Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Populäres aſtronomiſches

Hand-Wörterbuch,

oder

Verſuch

einer alphabetiſch geordneten Erklärung der vornehmſten Begriffe und Kunſtwörter der Aſtronomie,

ſammt

Nachrichten von der Geſchichte der aſtronomiſchen Entdeckungen und Erfindungen, biographiſchen und literariſchen Notizen und einer kurzen Andeutung der Methoden und Werkzeuge.

Mit Ausſchluß aller irgend entbehrlichen analytiſchen Formelſprache.

Von

Dr. Joſeph Emil Nürnberger,

Königl. Preuß. Geheimen Hofrathe, Ritter des rothen Adler-Ordens, Inhaber der Kaiſerl. Ruſſiſchen, Königl., Kronprinzl. und Prinzl. Preußiſchen, Königl. Franzöſiſchen und Schwediſchen, und Großherzogl. Weimarſchen großen goldenen Ehren-Medaillen für wiſſenſchaftliche Auszeichnung, Ehrenmitglied der aſtronomiſchen Geſellſchaft zu Leipzig, Mitgliede der Kurländiſchen und Oberlauſitziſchen Geſellſchaften der Wiſſenſchaften, der Hamburger mathematiſchen Geſellſchaft, der Geſellſchaft Deutſcher Naturforſcher und Aerzte, der naturforſchenden Geſellſchaften zu Dresden, Görlitz, Halle, Hamburg und des Oſterlandes, der Gewerbs-Vereine zu Bielefeld, Leipzig, gleichwie Schleſiens u. ſ. w.

Von ihm bis zu ſeinem am 6. Februar 1848 erfolgten Tode bis zum Artikel Wurf fortgeführt; hiernächſt aber vom **Dr. Woldemar Nürnberger** (M. Solitaire), und von des Verblichenen vieljährigem aſtronomiſchen Freunde **Siegfried Nathan** vollends ausgearbeitet.

Zweiter Band: L — Z.

Mit Figuren-Tafeln.

Kempten:

Verlag von Tobias Dannheimer.

1848.

Digitized by Google

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Vorrede.

Mit dem Gefühl der innigſten Wehmuth entſchließe ich mich endlich, eine Pflicht zu erfüllen, die, wenn ſie eine hohe, eine heilige, zugleich eine namenlos herbe und ernſte genannt werden muß: die Pflicht, dem liebſten Werke meines verklärten Vaters ein Wort über ſein Leben und Weben, und über ſein ſo ſchrecklich raſch erfolgtes Ende anzuhängen.

Er hat ſie nicht erlebt die Erfüllung ſeines Lieblingswunſches: acht Jahre arbeitete er mit dem treueſten, mit dem gewiſſenhafteſten Eifer an dem Werke, zu deſſen zweitem Bande dieſe Worte die Vorrede bilden: ſchon ließ ſich das Ende der rieſigen Arbeit, an der er Zug für Zug faſt ganz allein gewirkt, abſehen, da fiel der Vorhang ſeines Lebens, eines Lebens, wie in ſolch einer kriſtallnen Klarheit es nur Wenigen der Sterblichen beſchieden, da fiel der Vorhang ſeines Lebens, wenige Tage vorher, ehe der Vorhang in Paris aufging zu dem großen Schauſpiele, das die neue Zeit bedeutet.

Die Götter müſſen ihn ſehr geliebt haben, ihn den Sternenſohn, ihn den Himmelsträumer, daß ſie gerade jetzt ihn der Erde entrückten, und ihm den Anblick ſo vieles des Schmerzlichen, des Unerhörten und des Entſetzlichen, was ſeitdem ſich ereignete, erſparten. Er war zu ſehr das Kind der Zeit, mit der er gelebt und gelitten, als daß er ſich jetzt bei einem ſo phantaſtiſch geſchwinden Umſchwung der Dinge nicht ſehr unglücklich und vereinſamt hätte fühlen ſollen: um ſo mehr, als er viel zu hoch von der Würde der Völker, von dem Genius der Hiſtorie, von der Vorſehung der Menſchenſchickſale dachte, um je ein Parteigänger der Reaktion, dieſer verrätheriſchen Klique, werden zu können: und nur

Digitized by Google

von diesem Gesichtspunkt aus kann die Klage um den unersetzlichen Verlust milder tönen, die Thräne sparsamer fließen.

Joseph Emil Nürnberger wurde am 25. Oktober des Jahres 1779 zu Magdeburg geboren. Sein Vater war Kriegs- und Domainenrath daselbst, und seine Mutter war die Tochter des berühmten Professors Ritter an der Uhiversität Wittenberg, der die Geschichte der byzantinischen Kaiser nach Guthrie und Gray schrieb. Die als Schriftstellerin im leichteren belletristischen Fache ihrer Zeit wohl bekannte Emilie Friederike Sophie Lehman, die vertraute und geliebte Freundin seiner Jugend, dieselbe, an welche die Episteln seines so berühmt gewordenen „Stilllebens" gerichtet sind, war ebenfalls eine Enkelin dieses Professors Ritter.

Daß die Familie von väterlicher Seite aus Frankreich und zwar aus der Provence stamme, daß sie, in Folge der Aufhebung des Edikts von Nantes landesflüchtig, in dem gastlichen Nürnberg den französischen Familiennamen mit dem der deutschen Stadt vertauscht, ist eine Thatsache: und mag diese Abstammung, die der Verewigte selbst in seiner Novelle „das Bild des Mönches" weitläufiger behandelt, mit seiner großen Vorliebe für französische Sprache, in der er es zu einer, für Deutsche ganz ungewöhnlichen Fertigkeit gebracht, und französischen Literatur im Zusammenhange stehen.

Die Erziehung, deren er im väterlichen Hause theilhaftig wurde, war eine ausgezeichnete: unter Leitung des Rektors Funk, damaligen Vorstehers der Magdeburger Domschule, erwarb er sich tiefe und gelehrte Kenntnisse in den mathematischen Wissenschaften, und trank so tief aus dem Brunnen des klassischen Alterthums, daß der Trank ein zaubermächtiger wurde, und ihn sein ganzes Leben hindurch in enger Berührung mit den unsterblichen Alten hielt.

Leider kam ein gottvergeßner Schurke in das elterliche Haus: und wie dieser durch allerlei Schlangenkünste sich dergestalt in das Vertrauen und die Gunst der Stiefmutter des jungen N. zu setzen wußte, daß er ihr später das der Familie gehörige Erbgut abschlich: so übte dieser Elende * auch

* Dieser Bube, dessen Nachkommen noch heute in Berlin leben, war der K. Preußische Geheime Oberfinanzrath M . . . . . Wer über ihn und über das von ihm an unserer Familie verübte Schandstück nähere Auskunft wünscht, der lese die Novelle des Verstorbenen „der Erbschleicher" in: Ernste Novellen und Skizzen: Sehnsuchtsklänge u. s. w. Kempten bei Dannheimer. M. S.

Digitized by Google

auf den Vater einen so verderblichen Einfluß, daß der für die Wissenschaft glühende Jüngling in die damals allerdings trostlose Karrière eines preußischen Postbeamten hinabgestoßen wurde.

Nachdem er zuerst in den Bureaus von Magdeburg, Zerbst und Bernburg gearbeitet, kam er während des Krieges mit Frankreich nach Landsberg an der Warthe, einer Stadt in der Neumark, auf der großen Straße von Paris nach Petersburg.

Hier lernte er alle Personen, die damals eine Rolle im Weltendrama spielten, von Alexander und Napoleon bis hinab zu Davouſt und Ney kennen: wobei ihm seine Kenntniß der französischen Sprache, einer damals für einen Deutschen seltenen Fertigkeit, so wohl zu Statten kam, daß ihm manche interessante Berührung mit den Koryphеen jener Gigantenzeit zu Theil wurde.

Hier in Mitten der kriegerischen Drangsale selbst vielfältig in Anspruch genommen, und von den übermüthigen Eroberern mehr als ein Mal mit der Füsillade bedroht, verfaßte er seine tiefsinnige „Theorie des Infinitesimal-Kalküls" (Berlin 1812 bei Maurer 4.), in welche er auf die überraschendste Weise, auf entgegengesetztem, ganz selbstständigem Wege, zu den Resultaten der „Theorie der Funktionen von Lagrange" gelangte.

Im November 1813, nachdem er schon einige Jahre früher ebenfalls in Landsberg eine Ehe geschlossen, wurde er als Kommissarius der Posten im Königreich Sachsen nach Leipzig und Halle versetzt. In dieser letzteren Stadt gewann er wieder Muße genug, um seine geliebten Studien fortzusetzen: er bewarb sich um die Würde eines Doktors in der philosophischen Fakultät, welche ihm denn auch für seine ausgezeichnete Inaugural-Dissertation: „Untersuchungen und Entdeckungen in der höheren Analysis" (Halle 1816) auf die ehrenvollste Weise zu Theil wurde. — Außer diesen angeführten rein mathematischen Abhandlungen besitzen wir noch mehre: aber es gehören tiefe Kenntnisse dazu, um sie zu verstehen: und vielleicht trifft dieser Umstand die Schuld, daß sie nicht allgemein gewürdigt, wie sie es verdienten.

Nach vollendetem Kommissariatsgeschäft wurde er als Postmeister nach Sorau, einem kleinen gemüthlichen und traulichen Orte in der Niederlausitz, versetzt: und hier war es, wo seine Liebe zur klassischen Literatur die dem deutschen Schriftthum

Digitized by Google

so herrliche, leider! auch nicht ihrem Werthe nach vollständig anerkannte Früchte getragen hat, zu glühendem Leben erwachte. Zunächst beschäftigte ihn eine Uebersetzung der Aeneide Virgils, in welcher das zweite und vierte von Schiller übersetzte Buch aufgenommen wurde. Dann folgten die Georgika, die Eklogen desselben Römers, der vollständige Horaz, Ovids Metamorphosen und Tibulls Elegieen.

Die Anerkennung, die ihm für diese Bestrebungen wurde, so unvollständig und stückweise sie auch war, zog ihm den Haß der gemeinen literarischen Klique zu, die zu jener Zeit unter dem Präsidium des unwürdigen Müllners in Deutschland ihre niedrige Rolle spielte. Die rohsten Anfeindungen, die bübischen Niederträchtigkeiten wurden nicht gespart, um dem edeln, von der reinsten Flamme für das Gute und Hohe, von der Liebe zum Schweren entzündeten Manne wehe zu thun: so wehe, daß schon längst eine deutsche Literärgeschichte sich es hätte angelegen seyn lassen sollen, Bubenstücke und literarische Schandthaten der Art zu enthüllen, und das Angedenken jener Erbärmlichen der allgemeinen Verachtung preiszugeben.

Aber was kümmert sich die Gegenwart um die Feder, seitdem sie mit Sceptern spielt?

Der Verstorbene besaß in der Nähe von Landsberg an der Warthe in lachender, lieblicher Gegend ein reizendes Besitzthum, dem er später gern den Namen „Stillleben" gab.

Im Jahre 1829 zog er sich in diesen friedlichen Aufenthalt zurück, und lebte hier, befreit von Amtssorgen, hiezu befugt durch die besondere Gunst des Generalpostmeisters Herrn von Nagler, ein Leben, das fortwährend der Wissenschaft und außer ihr der stillen Wohlthat, dem Trocknen der Thränen Elender und Nothleidender gewidmet war.

Hier schuf er denn jene Reihe astronomischer und physikalischer Werke, die alle jenen Geist ernster Philosophie und geistvollen Betrachtung tragen, die ihnen den Stempel der Unsterblichkeit aufdrücken, wie denn die Unsterblichkeit selbst ihr Alpha und ihr Omega ist. Den Höhenpunkt und die Vollendung erreicht namentlich der philosophische Roman „Stillleben": Briefe an eine Freundin über die Unsterblichkeit der Seele.* In diesem herrlichen Buche bringt er von einem Gange durch die

* Kempten bei Dannheimer 1839, und zweite Auflage ebendaselbst 1842.

Digitized by Google

Weltenordnungen über uns die triumphirende Ueberzeugung von der Fortdauer der menschlichen Seele nach dem körperlichen Tode als leuchtende Sternenfrucht mit hinab. Aber sein Streben kannte keine Rast.

Im Jahre 1841, schon sich neigend zum Greisenthum, begann er mit frischem Jünglingseifer jenes großartige Werk, das bestimmt war, eine längst gefühlte Lücke in der Literatur aller Nationen auszufüllen. Er war unermüdlich, um sein Ziel zu erreichen, denn eine ahnungsvolle Stimme rief ihm wohl zu, daß er sich eilen müsse, um dies Ziel zu erreichen.

Nach einer fortdauernden Arbeit von sieben Jahren war er dann auch bis an den Buchstaben W gelangt: einstimmiger Beifall aller Fachverständigen wünschten Deutschland Glück zu der Vollendung eines so großartigen und so gediegenen Werkes.

Der 12. Dezember 1847 war der Tag, an dem der Verstorbene sein fünfzigjähriges Amtsjubiläum feierte.

Schon früher zum Postdirektor und Geheimen Hofrath ernannt, mit der Führung des Postamts zu Landsberg an der Warthe betraut und mit dem rothen Adlerorden dritter Klasse mit der Schleife geehrt, wurde er an diesem Tage zum Oberpostdirektor creirt, und empfing von allen Seiten überwältigende zahlreiche Beweise der Liebe, der Hochachtung und der Verehrung. Es war ein glücklicher Tag, und der heitere Greis ahnte nicht, er, dem die Stimme der Ahnung selten schwieg, daß der Todesengel so bald seine gedankenvolle Stirne küssen sollte.

Er ahnte es nicht: noch wenige Tropfen flossen ihm hin im Strome der Zeit. Da kam der 2. Februar 1848; er erkrankte: und schon am 6. Tage desselben Monats war er eine Leiche.

Er war eine Leiche, und die Thränen der Armuth flossen für ihn, und die Thränen seiner zahlreichen Freunde und Verehrer. Die Stimme des Neides und der Mißgunst schwieg beschämt vor dem Anblick des Todes. Deutschland wie ganz Europa haben seine Verdienste um die Wissenschaft anerkannt, als sie sich nicht mehr wegläugnen ließen: und nur die gewaltigen Ereignisse, die seitdem Throne umstürzend und Völker wahnsinnig machend, die Welt durchschütterten, konnten die Stimme des Nachhalls der Klage um den raschen und entsetzlichen Verlust dämpfen und schwächen. Aber die Stimme klingt fort in dem Busen derer, die ihm nahe gestanden: und die Thräne wird

ihm fließen, aus ihren Augen, ihm den seltenen, dem unvergeßlichen Mann.

Es ist hier nicht der Ort, ein vollständiges Verzeichniß seiner Schriften niederzulegen. Wir haben uns zu diesem Behufe einen andern Ort erkoren, und erwähnen hier nur noch, daß Herr Siegfried Nathan zu Landsberg an der Warthe, wie er denn überhaupt dem Verstorbenen bei dem oft so schwierigen Kalkül zur Seite gestanden, in gleichem Sinne bei Vollendung des Buches thätig gewesen, und sich hierdurch ein Verdienst um die Wissenschaft erworben hat, welches anerkannt zu werden verdient.

Eben so verdienen Herr von Boguslawsky, der berühmte Breslauer Astronom, und unter andern namentlich Herr Dr. Wilhelm Heinrich Lehmann, von dem der Artikel Stabilitäts-Problem herrührt, für ihre Bemühungen um das Werk den Dank aller Derer, die sich dafür, und für die erhabenste der Wissenschaften, interessiren! —

Möchte nun auch die deutsche Nation, wenn je ihr jetzt der Wissenschaft abhold gewordener Sinn, derselben sich wieder zuneigen möchte, durch zahlreiche Betheiligung dem Herrn Verleger lohnen, der in der That keine Anstrengung gescheut, um dem würdigen Werke auch äußerlich die vollendetste Form zu geben.

Woldemar Nürnberger
(M. Solitaire.)

L.

Länge der Geſtirne („aſtronomiſche" Länge, im Gegenſatze der „geographiſchen", ſ. d. folgenden A.); Longitudo astrorum; *Longitude des astres.* Der Bogen der Ekliptik, welcher zwiſchen ihrem Anfangspuncte (Frühlingspuncte [vergl. d. Artikel], dieſem Durchſchnittspuncte mit dem Aequator) und dem Breitenkreiſe eines Geſtirnes (oder, wenn daſſelbe in der Ekliptik liegt, gar keine Breite hat, wie, ſ. hinten, z. B. die Sonne [Erde], zwiſchen jenem Puncte und dem Geſtirne ſelbſt) enthalten iſt. Die (aſtronomiſchen) „Längen" werden in der Ekliptik vom „Frühlingspuncte" (♈) aus, von Abend gegen Morgen °, nach der Folge der Zeichen (vergl. d. A.), von der Rechten zur Linken (weßhalb die Leſer jenen Punct in den Figuren unſeres Werkes auch immer rechts finden), in einem fort bis zu 360° gezählt, man rechnet aber dabei gewöhnlich nach Zeichen (vergl. auch dieſen A.) von 30°, ſo daß z. B. eine Länge von 31° ſchon durch 1ᶻ 1° u. ſ. w., eine Länge von 250° durch 8ᶻ 10° oder da am Ende des 8ten Zeichens der Schütz ♐ anfängt, durch 10° ♐ ausgedrückt wird.

Wenn dem Beobachter die „Länge" °° eines Geſtirns, ſammt ſeiner Breite (ſ. Breite), bekannt ſind, ſo iſt dadurch für ihn die Lage dieſes Geſtirns an der Himmels-Hohlkugel, und in Bezug auf die Ekliptik, in derſelben Art und eben ſo vollſtändig, als die Lage eines Ortes auf der Erdkugel durch ſeine („geographiſche") Länge und Breite gegen den Aequator beſtimmt; — eine ſolche iederzeitige Ortsbeſtimmung der Geſtirne iſt aber eben die Hauptaufgabe der Aſtronomie.

Dieſe „Länge" (und Breite) eines Geſtirns wird aus ſeiner (durch unmittelbare Beobachtung ſtets leicht zu ermittelnden) geraden Aufſteigung und Abweichung, mit Zuhilfenahme des bekannten Winkels der Schiefe der Ekliptik (vergl. dieſe drei A. A.), abgeleitet °, wozu ich auch im eben citirten

° Sagen wir, nach dieſer Erklärung, ganz kurz: Die Länge eines Geſtirn's iſt deſſen öſtlicher Abſtand vom Frühlingspuncte, auf der Ekliptik gezählt.

°° Ich ſpreche hier nämlich noch bloß von der „Länge" (geocentriſchen), wie ſie dem Beobachter auf der Erde erſcheint; von der heliocentriſchen „Länge" (und „Breite") der Planeten, deren ich zwar auch ſchon in der folgenden Anmerk. aber nur vorläufig und in einer andern Rückſicht Erwähnung thue (gleichwie von der Länge in der Bahn), kann beſtimmter, und mit Bezug auf die dießfallſige Hierherverweiſung aus jenem Art. Breite, S. 133. Sp. 2., erſt hinten die Rede ſeyn.

° Die neuere Aſtronomie wendet, wie ich in unſerm Werke ſchon vielfach (namentlich im A. Fixſtern-Verzeichniſſe, S. 574.) hervorgehoben habe, bei ihren unmittelbaren Beobachtungen der Orte der Geſtirne ſtets die geraden Aufſteigungen und Abweichungen an (legt dabei den Aequator zu Grunde), begnügt ſich auch, vergl. hinten, für die Fixſterne meiſtens mit dieſer Ortsbeſtimmung; und meine Leſer könnten daher gleich nach den Gründen fragen, welche man hat, ſich Behufs der nachherigen Angaben,

Art. Breite, S. 132. allgemeine Anleitung gegeben habe.

Die „Länge" der Sonne („Breite" hat dieses Gestirn, auf welches ich die Bewegung der Erde übertrgge, wie schon bemerkt ist, nicht, daher von den eben geforderten drei Daten, für dasselbe auch nur zwei — s. unten — nothwendig sind), d. h. also, der Ort der Sonne in der Ekliptik, wird, um von der gegebenen Vorschrift gleich die einfachste Anwendung zu machen, wenn man nur die Abweichung (oder gerade Aufsteigung) durch Beobachtung kennt, leicht berechnet. Versinnlichen wir uns nämlich die mit dem Aequator den Winkel der Schiefe machende Ekliptik, und lassen wir vom Orte der Sonne in ihren Abweichungskreis, als Perpendikel, auf jenen ersteren hinab, so entsteht unter unsern Augen ein rechtwinkliges sphärisches Dreieck, in welchem sich auf den ersten Blick sin der Schiefe : sin d. Abweichung = r : sin d. Länge, also sin Länge = $\frac{\text{sin Abweichung}}{\text{sin Schiefe}}$ ergibt, eine Formel, die jedoch, da der nämliche Sinus zu zwei verschiedenen (sich einander zu 180° ergänzenden) Bögen gehört, zweifelhaft läßt, der wievielste Quadrant der Sonnenbahn eben gemeint sei *. Bezieht man sich daher, statt auf die Abweichung, lieber auf die gerade Aufsteigung, so erhält man die, schon in diesem letzteren Art. (Aufsteigung, gerade, S. 83.) benützte Gleichung

$$\text{tang Länge} = \frac{\text{tang . Rectascens.}}{\text{cos . Schiefe}},$$

wo die Länge stets in einerlei Quadranten mit der Rectascension ist (wo sich die Länge, wenn die Rectascension z. B.

besonders hinsichtlich der Planeten, dennoch auf die daraus erst abzuleitenden „Längen" und „Breiten", also auf die Ekliptik, zu beziehen. Allein wenn jene beiden Data bei der Beobachtung allerdings mehr Bequemlichkeit gewähren, so schicken sich die letzteren dagegen besser für die Rechnung (für die Tafel-Angabe). Es ist nämlich nicht der Aequator, sondern die Ekliptik, in welcher sich die Sonne (die „Erde") bewegt, und von welcher auch die Bahnen der Planeten nur wenig abweichen, daher die Ungleichheiten der planetarischen Bewegungen, bei jenem Bezuge auf dieselbe, geringer erscheinen, so daß die Rechnungen (Tafel-Angaben), an Einförmigkeit, Leichtigkeit und Kürze gewinnen. — Um sich ganz davon zu überzeugen, dürfen die Leser, denen diese Andeutung, auf welche ich mich hier beschränken muß, nicht genügt, nur die A. A. Geocentrisch und Heliocentrisch vergleichen, wo sich die rechnenden Vortheile dieser Beziehung der Gestirnbewegung auf die Ekliptik (also auf „Länge" und „Breite") sehr augenscheinlich darstellen. Auch komme ich, bevorwortetermaßen, hinten unter noch einem andern Gesichtspunkte darauf zurück.

* Man erhält nämlich, der Formation unseres rechtwinkligen sphärischen Dreiecks zu Folge, aus der obigen Formel, immer nur den Abstand vom nächsten Aequinoctium, welcher offenbar bloß im ersten „Quadranten" unmittelbar der Sonnen-Länge gleich ist. Indem also, der Lage der Ekliptik gegen den Aequator gemäß, die Abweichung von der nämlichen Größe z. B. im 2ten Quadranten wiederkehrt, so findet sich durch diese Formel — nicht sowohl die Länge der Sonne selbst, als nur deren Supplement — zu 180°, und man muß demnach, weil der Sinus eines Bogens dem Sinus des Supplements gleich ist, erst durch andere Mitbedingungen über die daher entstehende Zweideutigkeit aufgeklärt seyn. Oder, da eine gründliche Auseinandersetzung über diesen Zweifel zugleich das Eigentlichste der Sache für weniger geübte Leser erst recht klar machen hilft, mit noch andern Worten: man muß bei Anwendung unserer Formel aus andern Umständen wissen, in welchem Quadranten ihrer Bahn die Sonne sich eben befindet, indem sonst ungewiß bleibt, ob sich das Formel-Ergebniß im ersten und zweiten Quadranten, bei nördlicher Abweichung, auf eine Länge von unter und bis oder über 90 und bis 180°, im dritten und vierten Quadranten, bei südlicher (negativer) Abweichung aber, auf 180 bis 270 oder über 270° beziehe.

über 90, und nicht mehr als 180° beträgt und also in den zweiten Quadranten fällt, auch in demselben zweiten Quadranten findet).

Diese beiden Formeln reichen demnach für die Sonne (als ein, bemerktermaßen, keine Breite habendes Gestirn) hin; will man dagegen die „Länge" (es ist immer nur noch von der „geocentrischen" die Rede) eines außerhalb der Ekliptik stehenden Gestirns (und zugleich seine „Breite") aus der beobachteten geraden Aufsteigung und Abweichung dieses Gestirns herleiten: so werden dazu vier Analogien erfordert, deren specielle Beibringung ich zwar in jenem Art. Breite S. 132., Sp. 2. noch abgelehnt habe, welche aber von manchen Lesern bei der nunmehrigen gleichzeitigen Beziehung auf „Länge", hier in einer recht deutlichen und übersichtlichen Zusammenstellung, doch wohl gerne vorgefunden werden dürften.

Sey also (Fig. 1. der Tafel I. dieses zweiten Bandes *) ED der Aequator, EA die gerade Aufsteigung des Gestirns, oder vielmehr dessen, aus den voranstehenden Gründen (auf dem Aequator gerechneter) Abstand vom nächsten Aequinoctium, SA die Abweichung des nämlichen Gestirns (sein Abstand vom Aequator), EC die Ekliptik (SB, senkrecht auf EC, die zugleich gesuchte „Breite"), und EB also die (hier eigentlich) betrachtete „Länge", oder allgemeiner vielmehr wieder der jedoch jetzt auf der Ekliptik gerechnete Abstand vom nächsten Aequinoctium; so postulirt man von E nach S den Bogen ES eines größten Kreises (als Hilfs-Bogen) und erhält auf diese Weise, erstens aus der gegebenen geraden Aufsteigung und Abweichung, und zweitens zu der gesuchten Länge und Breite, die beiden sphärischen Triangel EAS und EBS, von denen jener bei A, und dieser bei B rechtwinklig ist. Man ermittelt zunächst in jenem ersteren Triangel EAS, aus den beiden bekannten Seiten EA, SA, und dem rechten Winkel, den (Hilfs-) Winkel SEA und die Hypotenuse (den obigen Bogen) ES, welche letztere, in Verbindung mit dem (zweiten Hilfs-) Winkel SEB (Differenz — oder, vergl. unten, Summe — von SEA und von BEA, nämlich der Schiefe der Ekliptik), sodann im zweiten rechtwinkligen Triangel EBS die verlangte „Länge" EB und zugleich die „Breite" SB kennen lehrt. Und hierbei dienen eben die in Rede stehenden, nunmehr folgenden vier Analogien:

1) r : sin EA (ger. Aufst.) = cot SA (Abweich.) : cot SEA, also cot des Hilfswinkels SEA = cot Abweichung . sin ger. Aufst.

Rücksichtlich dieser Gleichung ist aber angedeutetermaßen, zu bemerken, daß der aus dem also gefundenen Winkel SEA, in der ebenfalls schon angedeuteten Art, nachher abzuleitende zweite (Hilfs-) Winkel SEB = der Differenz oder der Summe von diesem Winkel SEA und (der Schiefe) BEA ist, nachdem sich die Punkte S (das Gestirn), und B (die dem Gestirn entsprechende, durch den Breitenkreis bezeichnete [„Längen-"] Stelle in der Ekliptik) beide zugleich auf derselben Seite, oder aber, wie in Figur 2, deren Anblick die Sache am klarsten macht, auf entgegengesetzten Seiten des Aequators (der eine nördlich, der andere südlich desselben) befinden *.

* In dieser Fig. repräsentirt also das, bevorworteter maßen, deßhalb rechts gelegte E, so lange vom ersten Quadranten die Rede ist, den Frühlingspunct (♈), überhaupt aber das nächste Aequinoctium.

* Mit andern Worten: Der Winkel SEB ist die Summe von SEA und der Schiefe, wenn sich das Gestirn in den sechs ersten (den nördlichen) Zeichen mit einer südlichen Abweichung, oder aber in den sechs letzten (den südlichen) Zeichen mit einer nördlichen Abweichung befindet; dagegen wird dieser Winkel der Unterschied zwischen SEA und der Schiefe, wenn das Gestirn in den nördlichen Zeichen mit einer nördlichen, oder in den südlichen Zeichen mit einer südlichen Abweichung steht. In letzterm Falle zieht man den kleinern Winkel von dem größern ab, muß aber sorgfältig darauf merken, ob man hierbei zugleich den Winkel SEA von der Schiefe, oder die letztere von dem erstern abgezogen

2) r : cos EA (gerad. Aufst.) = cos SA (Abw.) : cos ES, also cos d. Hypotenuse ES = cos Abweichung . cos . gerad. Aufst.

3) r : cos SEB = tang ES : tang d. „Länge" EB, oder tang EB (Länge) = tang ES . cos SEB.

Unmittelbar gibt jedoch dieser Bogen EB bevorwortetermaßen, die „Länge" nur im ersten Quadranten; im zweiten wird dieselbe durch das Supplement des Bogens (als des nunmehrigen bloßen Abstandes vom Herbstpuncte) ausgedrückt; im dritten hat man ihn zu 180° zu addiren; und im vierten endlich von 360° zu subtrahiren, — wie dieß mit einigem Nachdenken über das Verhältniß von selbst erhellt. Dabei ist aber zugleich noch vorausgesetzt, daß der Winkel SEB < 90°; ergibt sich dieser (Hilfs-) Winkel dagegen > 90° (was jedoch nur dann vorkommen kann, wenn [vergl. d. vorherg. Anmerk.] dieser Winkel die Summe von SEA und der Schiefe ist), so fällt der senkrechte Bogen SB auf die andere Seite des Punktes E (des nächsten Aequinoctiums); und man muß in diesem Falle, um die „Länge" zu erhalten, das gefundene EB im ersten Quadranten der (bekannten) geraden Aufsteigung, von 360° subtrahiren, im zweiten zu 180° addiren, und im dritten davon (von 180°) wieder subtrahiren, wonächst im vierten Quadranten der geraden Aufsteigung, die gefundene Größe EB die gesuchte „Länge" selbst wird.

4) r : sin d. Hypoten. SE = sin SEB : sin d. „Breite" SB; sin Breite = sin SEB . sin SE, welche „Breite" nördlich oder südlich wie die Abweichung ist, außer in dem Falle, da SEA von der Schiefe abgezogen werden muß, um SEB zu geben, wonächst der Gegensatz eintritt.

Diese 4 Gleichungen gewähren solchergestalt das bezeichnete Mittel zur Herleitung der („geocentrischen") „Länge" und „Breite" aus der unmittelbar bekannten geraden Aufsteigung und Abweichung, und sind, wie man sieht, allen Gestirnen, den Fixsternen sowohl als den Planeten (und Kometen) gemein. Für diese Weltkörper (mit natürlicher Ausnahme des Planeten Erde *, von welchem aber auch schon oben gehandelt ist) tritt indessen noch ein besonderer Umstand ein, welcher mich nun eben jetzt auf den, gleich Eingangs und mit Verweisung wegen des Näheren hierher, angedeuteten Unterschied zwischen der bis hierher nun betrachteten „geocentrischen" und der heliocentrischen „Länge" (und „Breite") führt. Da sich die Planeten (und Kometen) nämlich in eigenen Bahnen, sämmtlich um die Sonne bewegen, so erreichen sie zuvörderst in diesen Bahnen diejenigen (auch schon Eingangs erwähnten) „Längen" (Oerter), über welche ich noch näher sogleich in dem eigenen Artikel Länge in der Bahn handeln werde. Der irdische (von seinem indeß mit in einem solchen Umlaufe um die Sonne begriffenen Planeten aus beobachtende) Astronom denkt sich aber, Behufs seiner Rechnungen, ferner von diesem (eigentlichen) Bahnorte des Planeten (dem vom Planeten eben eingenommenen Puncte der „Länge in der Bahn") einen Perpendikel ** auf die Ebene der Ekliptik, zu dessen Fußpunkte („reducirtem" Planetenorte) er eine Gerade aus der Sonne zieht, welche nun die „heliocentrische" (diesergestalt aus der Sonne gesehene) Länge: den zwi-

hat (wegen des in der 4ten Analogie unmittelbar Folgenden). — Die außerordentliche Wichtigkeit der Sache für uns, in Verbindung mit ihrer Complication zwingt mich, so ausführlich zu seyn.

* Hinsichtlich des Planeten Erde nämlich hat der, hier nun zu betrachtende, für die übrigen Planeten eintretende Unterschied zwischen einer „erd-" und sonnensichtigen „Länge" (und „Breite") natürlich so wenig, als eine davon wieder verschiedene „Länge in der Bahn" statt: der Planet Erde hat offenbar nur Einerlei „Länge" (und keinerlei „Breite").

** Man kann sich diesen Perpendikel, wie wir auch in Heliocentrisch, S. 736 gethan haben, als den Sinus des Breitenkreisbogens oder bei Kleinheit des letzteren, als zusammenfallend mit ihm vorstellen.

schen jener Geraden und einer zweiten, wieder aus der Sonne nach dem Frühlingspuncte führenden solchen Geraden am Sonnenmittelpuncte enthaltenen Winkel, bezeichnet. Aus dieser „heliocentrischen Länge“ leitet der Astronom, nach dem ihm bekannten planetarischen Bewegungsgesetze, und den nicht weniger bekannten Elementen der Planetenbahnen, im bestimmten vorliegenden Falle die geocentrische Länge der Planeten (vergl. d. beiden A. A. Geocentrisch und Heliocentrisch) ab, zu deren Darstellung für alle Gestirne wir aber vielmehr die gerade Aufsteigung und Abweichung gefordert und als schon beobachtet und bekannt vorausgesetzt hatten *. Die Forderung wird also in diesem Falle der besondern Betrachtung von Weltkörpern, welche sich nach bekannten Gesetzen um die Sonne bewegen **, gerade der umgekehrte: statt wie vorn, aus unmittelbar beobachteter geraden Aufsteigung und Abweichung, geocentrische Länge (und Breite) abzuleiten, erlange ich hier vielmehr letztere beide Daten durch die Planetentheorie, und habe sodann aus ihnen gerade Aufsteigung und Abweichung, als die für die beabsichtigte künftige Beobachtung bequemsten Bestimmungen zu berechnen. Es bedarf demnach zu dieser Berechnung offenbar nur der Umkehrung der oben, Behufs der Darstellung von „Länge“ (und „Breite“) aus gerader Aufsteigung und Abweichung, vorgeschriebenen vier Gleichungen, welche leichte Conversion ich nunmehr den Lesern selbst anheim gebe, und Sie, nach Ausführung derselben, wegen des Modus der hiernächstigen Beobachtung also gefundener gerader Aufsteigungen und Abweichungen, bloß noch auf Geocentrisch, S. 604. verweise. Nehmen wir, um nach Vergleichung dieses Artikels, nun zu resumiren, an, man habe aus der heliocentrischen „Länge“ (und „Breite“) eines Gestirns für eine bestimmte Zeit und einen bestimmten Meridian, die entsprechende geocentrische „Länge“ (und „Breite“) abgeleitet (wovon sich in Heliocentrisch, S. 743. ein ausführliches rechnendes Beispiel findet), und sodann, mittelst den Formeln, zu deren Bildung eben Anleitung ertheilt worden ist, die gleichzeitige gerade Aufsteigung und Abweichung dieses Ge-

* Die heliocentrische „Länge“ (und „Breite“) unterscheidet sich also, um es nochmals hervorzuheben, rücksichtlich ihrer Beziehung auf die Ekliptik, in Nichts von der geocentrischen: sie ist das für die Sonne, was die letztere für die Erde abgibt.

** Also eben auch für die Kometen, derentwegen in diesem Bezuge, im A. Breite, S. 133. Sp. 2. besonders hierher verwiesen ist. Ein neuer (ein noch nicht beobachteter) Komet ist indeß ein, zwar jenem Bewegungsgesetze, aber nicht, wie die Planeten, zugleich auch bereits den Elementen der Bahn nach bekanntes Gestirn; und seine „heliocentrischen Längen“ können daher nicht, nach obiger Art, gleich unmittelbar gefunden werden. Jedoch verhelfen schon wenige (geocentrische) Beobachtungen eines solchen Gestirns, eben mit Beziehung auf das Bewegungsgesetz, zu einer (vergl. d. Vortrag über Kometen) hinreichenden Kenntniß der Bahn, so daß die ferneren „heliocentrischen“ und hieraus sodann die „geocentrischen“ Längen des Kometen, d. h. bei Mitberücksichtigung der „Breite“, seine späteren Himmelsorte, wo er sich, vom irdischen Standpuncte aus aufgesucht, zeigen muß, danach vorhergesagt werden können. Gerade diese Vorhersagung künftiger „Längen“ und „Breiten“ (Himmelsorte der Gestirne) ist aber, wie ich deßhalb schon l. c. mit der erwähnten Verweisung wegen des Näheren hierher, hervorgehoben, auch Eingangs des gegenwärtigen Artikels nochmals eingeschärft habe, Hauptaufgabe der beobachtenden und rechnenden Astronomie: sie soll uns, schon nach wenigen Beobachtungen, belehren, welche „Länge“ (und „Breite“) selbst ein solches neu entdecktes Gestirn (ein Komet) in späterer Zeit haben (welchen Himmelsort dasselbe dann einnehmen) wird; und dieß ist also der wahre, eigentliche Zweck der obigen Längen-Berechnungen, über welche ich, bei dieser ihrer Wichtigkeit, mit Recht so ausführlich bin.

stirns bestimmt; so kennt man, nach jener Beobachtungsweise, den Durchgangsmoment des Gestirns durch den bezeichneten Meridian und die Höhe, in welcher der Durchgang erfolgt, und ist also im Besitze aller Beobachtungsbedingungen*. Und wollte man umgekehrt controllirend zu Werke gehen, so könnte man beliebige gerade Aufsteigungen und Abweichungen dieses Gestirns unmittelbar beobachten, und daraus, vermittelst der vorn vorgeschriebenen vier Formeln selbst, die zugehörigen „geocentrischen Längen" und Breiten herleiten, hiernächst aber, (freilich bei nunmehriger Mitbenützung der Elemente) auch die „heliocentrischen" Bestimmungen und letztlich die „Längen in der Bahn" folgern, und mit den Angaben der, in bevorworteter Art, direct durch die Planetentheorie dargestellten Tafeln vergleichen, ja, wie man sieht, auf diese indirecte Weise, vermittelst einer fortgesetzten Umkehrung der Formeln jenes directen Verfahrens, ebenfalls zur Tafel-Construction gelangen. Diese Bemerkungen über die Ausdehnung des Bezuges zwischen „Länge," Breite, gerade Aufsteigung und Abweichung, als den vier astronomischen Daten aller Gestirn-Orts-Bestimmung werden, abgesehen von Einwendungen der Praxis, vielen Lesern sehr nützlich werden, und ich empfehle dieselben zur Beachtung.

Die älteren Astronomen (denn ich habe, bevorwortetermaßen, bis hierher nur vom Verfahren der Neueren gesprochen) sahen sich aber außer Stande, diese Benützung der geraden Aufsteigung zur Bestimmung der „Länge" in Anspruch zu nehmen, weil sie keine Uhren (wenigstens keine Zeitmessungs-Instrumente von hinreichender Vollkommenheit) hatten. Der Nachtgleichenpunct, von welchem an man die geraden Aufsteigungen (gleichwie die „Längen") zählt, ist nämlich am Himmel (vergl. hinten und den Art. Vorrücken der Nachtgleichen) durch Nichts dauernd, sondern alljährlich nur vorübergehend durch die Sonne in dem Augenblicke bezeichnet, in welchem sie eben keine Abweichung zeigt. Wir stellen unsere (Stern-) Uhr in diesem Augenblicke auf 0, und halten jenen Punkt dadurch gleichsam fest, indem uns die Uhr nun angibt, in welcher Zeit ein Gestirn demselben folgt (später, nach ihm, in den Meridian tritt), wodurch des Gestirns gerade Aufsteigung (in Zeit) unmittelbar bestimmt wird; dieß konnten die älteren Astronomen aber also nicht: sie mußten vielmehr das betreffende Gestirn, statt auf jenen von der Sonne vorübergehend eingenommenen Punct, vielmehr (wenigstens, vergl. das Folgende, mittelbar) immer auf die Sonne selbst beziehen, welche sie im obigen Augenblicke, da ihre Abweichung = 0 (da sie eben in jenem Nachtgleichenpuncte gewesen) vor und nachher bei'm ferneren Fortgange (Laufe) in ihrer Bahn (in der Ekliptik) beobachtet hatten, so daß sie stets ihre „Länge" kannten. Nun wird aber, so lange die Sonne noch über dem Horizont ist, kein Gestirn am Himmel sichtbar, außer dem Monde*, welcher, wo nicht früher, doch sehr deutlich gesehen werden kann, indem die Sonne eben untergehen will; und die älteren Astronomen waren daher genöthigt, erst den Unterschied zwischen den Orten der Sonne und des Mondes und zwar, da sie den Sonnenort, angegebenermaßen, nur in „Länge" kannten, die „Länge" zu suchen, und das Gestirn, dessen „Länge"** sie ferner wissen wollten, hernach mit dem Monde zu vergleichen.

Um dieß an einem Beispiele recht deut-

* Von einigen kleineren, dabei noch nothwendig werdenden Correctionen, über welche sich wieder d. A. Geocentrisch, S. 603. verbreitet, ist hier abgesehen.

* Venus glänzt jedoch zuweilen hinreichend stark, um ebenfalls am Tage gesehen zu werden. Auch finde ich in meinen Collectaneen, daß sich Tycho dieses Planeten statt des Mondes bedient hat

** Daher ist es denn, wie ich schon vorn angedeutet habe, auch gekommen, daß die älteren Fixstern-Verzeichnisse blos „Länge" (und „Breite"), statt gerader Aufsteigung und Abweichung geben, in welcher Gestalt sie jetzt nur noch die unmittelbare Vergleichung mit Planetenörtern erleichtern.

lich zu machen, will ich speciell zeigen, wie der uns bereits bekannte Alexandrinische Astronom Ptolemäus solchergestalt die „Länge“ des Fixsterns Regulus („Herz des Löwen“, Stern erster Größe in diesem Thierkreis-Sternbilde, und mit dem sich sodann andere Gestirne unmittelbar vergleichen ließen) bestimmt hat.

Dieser Astronom richtete (wie er uns in seinem mehrfach citirten „Almagestum“ VII. 2. erzählt) am 23ten Februar des Jahres 139 (n. Chr.) um 5½ Uhr Abends, kurz vor Sonnen-Untergange, den, die Ekliptik repräsentirenden, Kreis seiner Zodiakal-Armille (Ringkugel*, vergl. d. A.) nach der Sonne, und fand den Abstand des Mondes von derselben, ausgedrückt nach heutiger Art = . . . 3 Zeich. 2 Grad 7 Min;

die ihm bekannte Länge der Sonne** betrug gleichzeitig 11 „ 3 „ 3 „,

und die Länge des Mondes war also 2z 5° 10′.

Eine halbe Stunde nachher, da die Sonne untergegangen war und die Sterne sichtbar zu werden anfingen, zeigte sich Regulus in „Länge“ ostwärts des Mondes (weiter vom Frühlingspuncte) . . . . . — 57° 10′;

die Länge des Mondes hatte (nach Maßgabe seiner bekannten Eigen-Bewegung von durchschnittlich 12° in 24 Stunden) in der halben Stunde, also bis zum selbigen Augenblicke, um 15′ zu-, wegen der wachsenden Parallaxe aber, um 5′ abgenommen, und war also, statt der obigen 2z 5° 10′, nunmehr (2z 5° 10′ + 15′ − 5′) = . . 2z 5° 20′,

woraus solchergestalt d. gesuchte Länge des Regulus . . . . . 4z 2° 30′

kam. Ptolemäus bezog diesen Abstand jedoch, statt auf den Frühlings-Nacht-

* Der Leser denke sich, wenn Er nicht selbst eine „Sphaera armillaris“ besitzt, mit Anticipation des hier absolut Nöthigen aus dem oben citirten Art., ein Modell des scheinbaren Himmels, nämlich der daran angenommenen Kreise des Aequators, der Ekliptik u. s. w. mit einer, in die Lage der Weltaxe gebrachten (nach der Polhöhe des Beobachtungsortes gerichteten) Axe; so entspricht die Lage der Kreise dieses Modells den Kreisen am Himmel; und ein in den Mittelpunct dieser künstlichen Sphäre gebrachtes Auge befindet sich zugleich im Mittelpuncte der wirklichen Himmelshohlkugel, und mißt die gegenseitigen Bogen-Abstände der Gestirne an derselben auf concentrischen Kreisen. Dieß gilt demnach allerdings auch für die Ekliptik; allein man muß dabei bemerken, daß es, da dieselbe, wegen der Rotationsbewegung ihrer Pole (auf den Polarkreisen, um die relativ unbeweglichen Weltpole) ihre Lage über dem Horizonte (den Winkel, unter dem sie sich mit diesem letztern größten Kreise schneidet) allaugenblicklich verändert, sehr schwer fälle, die „Zodiakal-Armille“ immer richtig in der Stellung der Ekliptik zu erhalten. — Man sieht also, daß dieses Messungsverfahren, wiewohl im Principe ganz richtig, in der Ausübung doch keine große Genauigkeit gewähren konnte; und man hat nur die Geduld und das Geschick der alten, namentlich der Alexandrinischen Astronomen zu bewundern, welche damit gleichwohl das Mögliche ausrichteten.

* Ptolemäus braucht nämlich (vergl. Grad, S. 673.) den Ausdruck „Grad“ noch nicht, sondern sagt dafür „Theil“.

** „Bekannte Länge der Sonne;“ — aber, um Nichts unerörtert zu lassen, auf welche Weise bekannt? Ptolemäus kannte, aus unmittelbarer Beobachtung, den Augenblick des, z. B. Frühlings-Aequinoctiums (in welchem die Sonne gar keine,) und des nächsten Solstitiums (in welchem sie dagegen die größte Abweichung zeigte), und brauchte also nur die dazwischen liegenden 90° durch die Zwischenzeit zu dividiren, wodurch er die tägliche Bewegung erhielt. Dieß gibt wenigstens einen Begriff vom Verfahren.

gleichen-, auf den . 3ᶻ — — in Länge östlicher gelegenen Sommer-Solstitialpunct, von welchem („ab aestiva Solis conversione", wie sich die Uebersetzer l. c. ausdrücken) der östliche Längen-Abstand dieses Fixsterns daher schließlich = ... 1ᶻ 2° 30′ d. h. = 32½° bestimmt wurde.

Diese Darstellung des Verfahrens der Alten, wie unvollkommen dasselbe, nachgewiesenermaßen, an und für sich auch war, scheint mir wohl am geeignetsten, den Lesern eine recht sinnliche Vorstellung von der Sache beizubringen. Ich gehe auf Erörterungen über noch andere Methoden zur Bestimmung der „Länge" der Gestirne daher auch nicht weiter ein; man findet dieselben in schöner Entwicklung besonders bei'm Lalande („Astronomie." §. 914.* flgd.). Hier habe ich nur noch zu bemerken, daß die „Längen" der (sämmtlichen) Gestirne durch das sogenannte „Vorrücken der Nachtgleichen" vergrößert werden. Da man diese Längen nämlich, angeführtermaßen, vom Frühlings-Durchschnittspuncte des Aequators mit der Ekliptik an, auf letzterer (von Westen nach Osten) zählt, so könnten sie nur unveränderlich seyn, wenn die Lage dieses Punctes auf der Ekliptik zugleich eine unveränderliche (eine feste) wäre; allein derselbe rückt vielmehr auf der Ekliptik alljährlich um etwa 50″ nach Westen (also wider die Ordnung der Zeichen) zurück**, daher die gemäß jener Ordnung gerechneten Längen in der nämlichen Zeit um eben so viel wachsen. Für die Planeten entsteht hieraus der Unterschied zwischen der tropischen und sideri-schen (vergl. beide A. A., oder auch schon Jahr, S. 808. wo sich die Sache an einem Beispiele sehr gründlich erörtert findet) Revolution: sie kehren bei ihrem Laufe binnen kürzerer Zeit zu dem ihnen in „Länge" solchergestalt entgegenrückenden Frühlingspuncte, als zum unbeweglich gebliebenen Fixsterne zurück; bei den Fixsternen, welche, vergl. d. Artikel, abgesehen von der unmerklichen Eigenbewegung, ihre Lage gegen die Ekliptik behaupten, zeigt sich aber daher diejenige „Längen"-zunahme (Zunahme des Abstandes des von den unbeweglich bleibenden Sternen westwärts [rechts] wegrückenden Frühlingspunctes), von welcher ich vorläufig, besonders schon im Art. Ekliptik, S. 297. gesprochen habe, und durch welche veranlaßt worden ist, daß z. B. der Stern ♈ im Bilde des Widders, der vor 2000 Jahren noch senkrecht über dem Frühlingspuncte stand* (dessen Länge damals = 0 war); jetzt eine Länge von (2000 . 50″ =) beiläufig 30° (1 Zeichen) hat. — Ausführlicher führt mich der schon citirte besondere Art. Vorrücken der Nachtgleichen hierauf zurück; und ich kann daher den gegenwärtigen Vortrag über „Länge der Gestirne" hiermit beschließen.

Länge in der Bahn**; Longitudo

* Ich mache wiederholt darauf aufmerksam, daß bei dergleichen Citationen des trefflichen Lalande'schen Werkes, immer dessen zweite Ausgabe gemeint ist.

** Um dieß „Vor- (oder eigentlicher also Zurück-) rücken" der Nachtgleichen gehörig einzusehen, muß man sich, wie ich, zur plangemäßen Abrundung des gegenwärtigen Vortrags, aus jenem Art. hier anticipire, die Ekliptik als unbeweglich, den Aequator mit seinen Durchschnittspuncten aber, unter unveränderlicher Schiefe, auf ihr nach Westen fort- (zurück-) rückend denken; so erhellt sogleich, daß dadurch die „Länge" der Gestirne beständig wächst (die gerade Aufsteigung und Abweichung zugleich afficirt werden, und nur die Breite ganz unverändert bleibt).

* Damals hätte dieser Stern also wirklich zur Bezeichnung des Frühlingspunctes dienen können; aber er hätte dieß, wie ich oben angedeutet habe, eben des „Vorrückens" des letzteren wegen, nur nicht „dauernd" gekonnt.

** Nach strenger alphabetischer Ordnung, müßte jetzt erst „Länge des Perihels" und „Länge, geographische" kommen; ich habe aus sachlicher Rücksicht die obige Anordnung vorgezogen, und avertire gleich davon: es wird angemessen seyn, dem Vortrage in der näm-

in orbe (aut orbita); *Longitude dans l'orbe (ou l'orbite)*. Ich habe im vorangehenden Artikel, neben der auf die Ekliptik bezogenen „Länge" der Gestirne, von der Länge der Planeten * in der Bahn gesprochen, und dieserwegen auf den gegenwärtigen besondern Vortrag verwiesen. Die Beziehung auf die Ekliptik nämlich ist, nachgewiesenermaßen, nur eine Rechnungsmodalität (eine Reduction, vergl. d. A.); die (übrigen) Planeten (gleichwie die Kometen) laufen, nicht wie die Erde in der Ekliptik, sondern in eigenen, von der letzteren verschiedenen, sie nur in zwei Puncten (den Knoten, vergl. d. A.) durchschneidenden Bahnen um die Sonne, und werden demnach unmittelbar nur nach Maßgabe dieser ihrer Bahnorte beobachtet: der Planet, seine Bahn im Weltenraume beschreibend, schwebt vor dem irdischen Beobachter, und wird von diesem, aus dem Raume (aus dem eben eingenommenen Bahnpuncte, dem Orte **, wo er sich in Gemäßheit des Gesetzes jener seiner Bewegung um die Sonne, im Raume eben befindet) an die Innerfläche der scheinbaren Himmelshohlkugel versetzt, wo wir ihn sodann nach (geocentrischer) „Länge" (in der Ekliptik) und „Breite" suchen, daher die nächste Rücksicht bei der Längenbestimmung also natürlich der Bahnort (die „Länge in der Bahn") ist (woraus jene Länge in der Ekliptik erst abgeleitet werden soll).

Um zur Kenntniß dieses seines Ortes in der vom Planeten um die Sonne beschriebenen Bahn zu gelangen, nimmt man in derselben rückwärts (nach Westen, von der Linken zur Rechten hin, also wider die Ordnung der Zeichen) vom aufsteigenden Knoten an, einen der Länge des letzteren in der Ekliptik (der östlichen Entfernung dieses, der Planetenbahn und der Ekliptik gemeinschaftlichen Durchschnittspunctes vom Frühlingspuncte, d. h. dem diesergestalt zwischen beiden Puncten enthaltenen Bogen der Ekliptik) gleichen Bogen, und zählt von dessen anderm (von seinem westlichen) Endpuncte ab, hin bis an oder ferner über den aufsteigenden Knoten hinaus (also nach Osten zu), die „Länge in der Bahn", wie sie nach dem Gesetze der Bewegung des Planeten um die Sonne * (also aus letzterer gesehen „heliocentrisch") eintritt; — und dieß ist demnach der Begriff der „Länge in der Bahn", über welche ich mich hier zu erklären habe: statt daß man in der Ekliptik die „Länge" ohne weiteres vom Frühlingspuncte selbst an zählt, bezieht man sich für die „Länge in der Bahn" der (übrigen; denn die Bahn der Erde ist die Ekliptik) Planeten neben dem Frühlingspuncte, zugleich auf den aufsteigenden Knoten. Im obigen diesergestalt bestimmten Endpuncte, dem Nullpuncte seiner (heliocentrischen) Bahnlänge, steht also der Planet vom aufsteigenden Knoten um einen der Länge des letzteren in der Ekliptik gleichen Bogen ab; der östliche Abstand eines Gestirns in seiner Bahn

lichen Ordnung zu folgen. — Leser ferner, welche im vorstehenden Artikel „Länge der Gestirne", neben „geocentrischer" und „heliocentrischer", jovicentrische Länge vermissen sollten, verweise ich auf die Nachweisung darüber hinten.

* Wenn die Elemente der Bahn eines Kometen (vergl. d. A.) ermittelt sind, so finden die hier folgenden Betrachtungen, wie man leicht einsieht, auf denselben nicht weniger als auf die „Planeten" Anwendung. — Für die Nebenplaneten (Monde) aber ist die Sache bei Beziehung auf den Hauptplaneten (als Centralkörper), ganz die nämliche wie für die Planeten hinsichtlich der Sonne (ihres Centralkörpers).

** Der Ausdruck „mittlerer" und „wahrer" Ort (eines Gestirns), ohne Zusatz, bezieht sich daher auch immer auf diesen „Bahnort".

* Bei'm Gesetze dieser Bewegung rechnet man zwar eigentlich nach der Anomalie (siehe diesen A.); da sich (vergl. den gleich folgenden A.) die „Anomalie" aber von der unmittelbaren Länge in der Bahn, nur um die (unveränderliche) Länge des Perihels (oder Apheliums), in der Bahn, worüber ich gleich in einem Art. handle, unterscheidet, so kommt die Sache auf Eins hinaus.

vom aufsteigenden Knoten ist aber bekanntlich das Argument der „Breite“ (s. d. A.); — und man sieht also, daß dieses „Argument der Breite“ dem Unterschiede der Länge des Knotens und der „Länge des Planeten“ (beider „in der Bahn“) gleich ist *, so daß dessen augenblickliche Bestimmung durch diese Art von Angabe der Bahnlänge bevorwortet wird, und worin eben ihr offenbarer Vortheil besteht.

Hat man aber solchergestalt ferner das, der „Länge des Planeten in der Bahn“ entsprechende Argument der Breite ermittelt, so nimmt man, wie ich, um die Untersuchung nicht steril erscheinen zu lassen, nochmals hervorhebe, damit die Reduction auf die Ekliptik (vergl. d. A.) vor, und erhält hierdurch, mit Beziehung auf die Elemente, die heliocentrische, und aus dieser, unter Voraussetzung der Kenntniß des gleichzeitigen Ortes der Erde in ihrer Bahn, endlich die geocentrische Länge und Breite des Planeten (des Gestirns), als das, wie ich es gleich Eingangs bezeichnet habe, eigentlich Gesuchte.

Die Bestimmung der hier betrachteten „Länge (des Ortes) des Planeten in der Bahn“, wie sie aus dem (Kepler'schen) Gesetze der Bewegung der Planeten in Ellipsen um die Sonne folgt, ist demnach die Basis des ganzen Verfahrens zur Vorhersagung geocentrischer Planetenörter, wonach sich die Wichtigkeit dieser Betrachtung für uns hinreichend ergibt; da aber dabei, angeführtermaßen, mit Bezug auf das Perihelium (oder Aphelium) gerechnet (statt der unmittelbaren Länge zunächst die Anomalie gesucht) werden muß: so ist uns also auch die Kenntniß des Bahnortes dieses Perihe liums nothwendig; wir bedürfen, wie ich auf diese Untersuchung schon vorn als auf einen besondern Artikel verwiesen habe, der Länge des Perihe liums (oder des demselben diametral gegenüber liegenden Apheliums*); Longitudo perihelii (seu aphelii); *Longitude du périhélie (ou aphélie)*, welche überdieß ihrer, unten nachzuweisenden, Unentbehrlichkeit bei den Gestirn-Ortsberechnungen, unter den Elementen (vergl. d. A.) einen Platz einnimmt und schon deßwegen auf eine ausführlichere Behandlung Anspruch hat. Denkt man sich den Planeten in demjenigen Puncte seiner elliptischen Bahn, wo er der Sonne am nächsten steht (eben „Perihelium“ Sonnennähe, vergl. d. A.), so ist die, in diesem Augenblicke statt findende Bahnlänge des Planeten, wie wir, dem Begriff vorangehend bezeichnet haben, demnach auch die hier in Rede stehende „Länge des Perihe liums;“ und damit ist also die Definition gegeben; — aber was hat es nun mit der Sache selbst genauer auf sich? und wie findet man hiernächst jenen Punct?

Der eigentliche Zweck der Ermittlung besteht, angedeutetermaßen, in der verlangten Angabe des wahren (heliocentrischen) Bahnortes des Planeten: der wahren Länge des Gestirns in der Bahn. Diese „wahre Länge“ kann aber, wie im vorigen Art. auch schon bevorwortet worden ist, nicht mit unmittel-

* Man zieht, um das Argument der Breite zu erhalten, die Länge des Knotens unmittelbar von der „Länge des Gestirns in der Bahn“ ab, wenn letztere größer, d. h. wenn das Gestirn bereits (östlich) über den Knoten hinaus gerückt ist. Im entgegengesetzten Falle, da die Bahnlänge des Gestirns noch kleiner als die Knotenlänge ausfällt (das Gestirn zwischen dem Nullpuncte seiner Bahnlänge und dem Knoten steht), muß man jene erst um 360° vermehren. Sey die Bahnlänge des Gestirns z. B. = 10°, die Länge des aufsteigenden Knotens = 20°, so ist das Argument der Breite = 350° = 360° + 10° − 20°. Der bloße Anblick der Fig. 3. (Tafel I. dieses 2ten Bandes), in welchem F der Frühlingspunct, F E die Ekliptik, P p die Planetenbahn, und F ☊ = P ☊ die Länge des aufsteigenden Knotens (in der Ekliptik und in der Bahn) bedeuten, macht, wenn man den Planeten, wie oben, zwischen P und ☊ setzt, die Sache sogleich augenscheinlich.

* Man rechnete nämlich sonst meistens vom „Aphelium“ an; da aber die Kometen nur im „Perihelium“ sichtbar sind, so bezieht man sich jetzt lieber auf letzteres.

barem Bezuge auf den Nullpunct (wie man sonst gewöhnlich rechnet) der Bahnlänge, sondern nur (mittelbar) vom Puncte des „Periheliums“ (oder „Apheliums“) ab, als Anomalie (vergl. d. A.) gefunden werden, deren Betrage man erst hiernächst die „Länge des Periheliums“ hinzuzufügen hat, um solchergestalt die verlangte „Länge des Gestirns in der Bahn“, als die nachgewiesene Basis aller ferneren Berechnung zu erlangen. Die Nothwendigkeit dieses Elementes der „Länge des Perihels“ ist also dargethan; — wie dasselbe bestimmen?

Die Puncte des Periheliums und des Apheliums, die Endpuncte der großen Axe, sind die beiden einzigen Umfangspuncte der planetarischen Bahn-Ellipse, welche mit ihrem Auseinanderstehen um 180°, zugleich die Eigenheit verbinden, daß der Planet genau die Hälfte seiner Umlaufzeit braucht, um von dem einen zum andern zu gelangen: Dieß folgt sogleich aus dem zweiten Kepler'schen Gesetze (vergl. d. A.), daß der Radius vector, bei seiner Drehung um den Brenn- (Kraft-) Punct, in gleichen Zeiten gleiche Sectoren von der elliptischen Bahnebene abschneidet: nur die große Axe theilt diese Ebene mit Bezug auf jenen Punct* in zwei gleiche (und symmetrische) Hälften. — Hat man also zwei Bahnpuncte gefunden, welche zugleich um 180° in dieser Bahn (am Kraftpuncte) und um die halbe Umlaufszeit auseinander liegen; so sind dieß gewiß die gesuchten Puncte des „Periheliums“ und Apheliums.

Nun sey man im Besitze einer Menge von Beobachtungen: geocentrischer (d. h. also auf die Ekliptik bezüglicher) Längen und Breiten eines Planeten, z. B. des Mars (wir werden gleich sehen, weßhalb ich gerade diesen wähle), und habe daraus (vergl. Geocentrisch und Heliocentrisch) die zugehörigen heliocentrischen Längen und Breiten dieses Planeten abgeleitet*; so kennt man also seinen jedesmaligen „heliocentrischen“ Abstand in der Ekliptik vom Frühlingspuncte; nicht weniger ist, aus der Theorie dieses Planeten, der Abstand des aufsteigenden Knotens seiner

* Die kleine Axe theilt die Ellipse zwar auch in zwei gleiche und symmetrische Hälften; aber sie geht nicht durch die Brennpuncte.

* In jenen A. A. „Heliocentrisch“ und „Geocentrisch“ ist zwar das Herabfinden vom Bahnorte, vermittelst heliocentrischer Längen und Breiten (in der Ekliptik), zu den geocentrischen gelehrt, wonach es scheint, als wenn das hier verlangte Hinaufinden aus den letzteren zum ersteren, bloß durch Umkehrung jenes Verfahrens bewirkt werden könne. Indeß wird einzelnen Lesern die folgende, dazu dienende specielle Anleitung nicht unwillkommen seyn, welche, nach allen vorausgegangenen Erläuterungen, wohl hier die paßlichste Stelle findet: Um nämlich aus dem heliocentrischen Orte eines Gestirns dessen geocentrischen abzuleiten, muß (vergl. Heliocentrisch) die heliocentrische Länge, Breite und Entfernung von der Sonne (der Radius vector) gegeben seyn, und die hierzu nöthigen Formeln befinden sich im citirten Artikel, 1. B. S. 738. flgd. Dieselben Formeln würde man allerdings auch zur Lösung der umgekehrten Aufgabe: „Der Herleitung des heliocentrischen Ortes aus dem beobachteten geocentrischen“ benützen können, wenn die geocentrische Länge, die geocentrische Breite und zugleich die Entfernung von der Erde gegeben wären. Da aber die Beobachtung nur die ersten beiden Größen liefert, und die letzte, die Entfernung von der Erde, nicht beobachtet werden kann, mithin noch unbekannt ist, so sind die l. c. angewandten Formeln hiezu nicht hinreichend, und man verfährt am einfachsten auf folgende Weise:

Denken wir uns die Ebene des im genannten Artikel 1. B. S. 737. postulirten Dreiecks zwischen Erde, Sonne und Bahnort des Planeten bis an die Himmelssphäre erweitert, so schneidet sie die letztere in einem größten Kreise, in welchem mithin der heliocentrische Ort der Erde, der heliocentrische und geocentrische Ort des Planeten liegen. Sey Fig. 5. der Tafel I. PP'T ein Bogen dieses

Bahn von jenem Punkte, und die Neigung bekannt, wie diese Elemente, welche ich, des Folgenden wegen, nur nochmals

Kreises, P der geocentrische, P' der heliocentrische Ort des Planeten, T der heliocentrische Ort der Erde, welcher letztere also zugleich in der Ekliptik $\curlyvee \Omega T p$ liegt; sey ferner C P' Ω die Bahn des Planeten, und Ω der aufsteigende Knoten derselben in der Ekliptik. Zieht man nun den Bogen P p senkrecht auf die Ekliptik, so ist offenbar wenn $\curlyvee$ das Frühlings-Aequinoctium vorstellt: $\curlyvee$ T die heliocentrische Länge der Erde, $\curlyvee$ p die geocentrische Länge und P p die geocentrische Breite des Planeten, $\curlyvee \Omega$ die Länge seines aufsteigenden Knotens, Ω P' das Argument der Breite, und der Winkel P' Ω T die Neigung der Bahn. Nun kennt man im rechtwinkligen Dreieck P p T die Seiten P p und p T (= $\curlyvee$ p − $\curlyvee$ T), und berechnet folglich den Winkel P T p durch die Formel

$$\text{tang P T p} = \frac{\text{tang P p}}{\text{Sin p T}}.$$

Ferner ist im Dreiecke P' T Ω der Winkel P' T Ω (= 180° − P T p), die Seite Ω T (= $\curlyvee$ T − $\curlyvee \Omega$) und der Winkel P' Ω T bekannt; und man findet die Seiten P' T und Ω P' durch die Formeln:

$$\text{tang } ½ (\text{P}'\Omega + \text{P}'\text{T}) = \frac{\text{Cos } ½ (\text{P}'\text{T}\Omega - \text{P}'\Omega\text{T})}{\text{Cos } ½ (\text{P}'\text{T}\Omega + \text{P}'\Omega\text{T})} \cdot \text{tang } ½ \text{T}\Omega$$

$$\text{tang } ½ (\text{P}'\Omega - \text{P}'\text{T}) = \frac{\text{Sin } ½ (\text{P}'\text{T}\Omega - \text{P}'\Omega\text{T})}{\text{Sin } ½ (\text{P}'\text{T}\Omega + \text{P}'\Omega\text{T})} \cdot \text{tang } ½ \text{T}\Omega.$$

wonächst man die Länge in der Bahn gleich dem Argument der Breite P' Ω + Länge des aufsteigenden Knotens erhält.

In dem Dreiecke p P T kennt man aber auch die Seite P T durch die Formel

$$\text{tang P T} = \frac{\text{tang T p}}{\text{Cos P T p}}.$$

Stellt man sich nun wiederum das geradlinige Dreieck zwischen Sonne, Erde

nahmhaft mache, schon bei den obigen Ableitungen gedient haben.

Man zieht jetzt diese Knotenlänge von der (heliocentrischen) Länge des Planeten in der Ekliptik ab, und erlangt dadurch des Planeten Abstand vom Knoten (in der Ekliptik gerechnet), welchen Abstand man mit der heliocentrischen Breite und der Neigung zu einem rechtwinkligen sphärischen Triangel verbindet, der also den Bahn-Abstand des Planeten vom Knoten (was man sonst das „Argument der Breite" nennt), und damit einen wahren (eben durch diesen Knoten-Abstand, seiner Lage nach, bezeichneten) Bahnort gewährt, dessen Zeitpunct man zugleich aus der Zeit der (zu Grunde liegenden geocentrischen) Beobachtung kennt. In gleicher Art verfährt man mit so vielen andern Beobachtungen, als nothwendig wird, und ermittelt durch deren Vergleichung endlich die, zugleich um 180° Bahnlänge und die halbe Umlaufszeit auseinander liegenden, gesuchten beiden (Bahn-) Puncte des „Periheliums" und „Apheliums" (die entsprechenden Planetenörter) nach ihren Abständen vom aufsteigenden Knoten. Diesem Abstande des Periheliums vom aufsteigenden Knoten setzt man aber hiernächst (vergl. Länge in der Bahn) die Länge dieses Knotens

und Bahnort des Planeten vor, so sieht man leicht, daß der Winkel an der Sonne = P' T, und der Winkel an der Erde = 180° − P T ist, welche beide Winkel man also aus dem Vorhergehenden, so wie außerdem die zwischen ihnen liegende Seite (die Entfernung der Erde von der Sonne) kennt. Man findet demnach die zweite Seite, den Radius vector des Planeten durch die Formel

$$\text{Radius vector} = \frac{\text{Sin P T . Entfernung d. Erde v. d. Sonne}}{\text{Sin (P T − P' T)}}$$

und die dritte Seite, die Entfernung des Planeten v. d. Erde durch

$$\text{Entfernung d. Planet. v. d. Erde} = \frac{\text{Sin P' T . Entfern. d. Erde v. d. Sonne}}{\text{Sin (P T − P' T)}}$$

wodurch mithin die Aufgabe vollständig gelöst ist.

(einen der Länge desſelben in der Ekliptik gleichen Bahnbogen) hinzu, und erhält ſolchergeſtalt ſchließlich die verlangte „Länge des Perihelіums“ (und alſo des 180° davon entfernten Apheliums) in der Bahn, d. h. auf die Sonne bezogen, um welche die Bahnbewegung erfolgt.

Hat man ſich aber auf dieſe Weiſe erſt die Kenntniß der „Länge des Perihels“ (in der Bahn) verſchafft, ſo verbindet man damit ferner die Epoche (vergl. d. A.): die Angabe, in welchem Puncte der Bahn der Planet, bei vorausgeſetzter mittlerer Bewegung, zu einer beſtimmten Zeit geweſen iſt. Von dieſem Puncte, deſſen eigene „mittlere“ Länge in der Bahn hiernach als bekannt vorausgeſetzt wird, weiter rechnend, findet man die mittlere Länge des Planeten (in der Bahn) für jeden entſprechenden ſpätern Moment und, indem man von derſelben die „Länge des Perihels“ (in der Bahn) abzieht, die „mittlere“ Anomalie, welche (vergl. d. A.), in die „wahre“ verwandelt, den wahren „Längen-“ Abſtand des Planeten in der Bahn vom Perihel angibt, wonächſt man dem ſo ermittelten Abſtande (der wahren Anomalie) nur noch jene „Länge des Perihels“* ſelbſt hinzuzufügen hat, um die wahre „Länge“ des Planeten in der Bahn zu erhalten, von der man endlich wieder zum heliocentriſchen und geocentriſchen Orte dieſes Geſtirns (nach Länge und Breite in Bezug auf die Ekliptik, vergl. vorn) hinab findet. Da aber die hier betrachtete „Länge des Perihels“ (der Himmelsort des Bahnpunctes, in welchem ſich, wie geſagt, das Geſtirn, von der Sonne aus geſehen, bei ſeinem kleinſten Abſtande von ihr, zeigt) allen dieſen Herleitungen, in der nachgewieſenen Art, mit zu Grunde liegt, ſo iſt ihr Charakter als „Element,“ weßwegen ich Eingangs hierher verwieſen habe, hinreichend dargethan.

Noch muß ich indeß, ehe ich nun weiter gehe, dem Einwande vorbeugen, als wenn bei jenen Herleitungen ein Cirkel im Schließen begangen werde, indem ich, eben mit Bezug auf die hier in Rede ſtehende „Länge des Perihels“, durch welche uns die ganze, ſchon öfter, und namentlich in Geocentriſch, Bd. I. S. 601. angeſtellte Unterſuchung nochmals vor die Augen gerückt worden iſt, bald den (auf die Ekliptik bezüglichen) geocentriſchen, bald den (heliocentriſchen) Bahnort des Geſtirns als das Gegebene, oder aber als das aus jenem vielmehr zu Findende bezeichne. Allein man ermeſſe, daß zwar die Theorie der älteren Planeten zur ſteten unmittelbaren Angabe des jederzeitigen Bahnortes ſchon ausgebildet genug war, um von dieſem zum geocentriſchen Orte, wie ich vorn ſage, „herab“ zu finden, daß man aber dagegen z. B. bei der Entdeckung der neuen Planeten (Planetoiden: Ceres, Juno, Pallas, Veſta; — wegen neu auftretender Kometen verweiſe ich auf dieſen beſondern Artikel) urſprünglich natürlich nur geocentriſche Beobachtungen beſaß, von denen umgekehrt zu den Bahnorten „hinauf“ gefunden werden mußte, um nur zuvor die Elemente der Bahn, namentlich die „Länge des Perihels“, mit den daraus folgenden Bahnorten, zu ermitteln, von denen erſt dann wieder zu den ſpäteren* „geocentriſchen Längen und Breiten“ herab gefunden werden konnte, deren verlangte Vorausberechnung ſolchergeſtalt möglich gemacht wurde. Den erſten Schritt hat, ich

* Ich darf (Anomalie, B. 1. S. 44.) daran erinnern, daß in den Apſiden die wahre und mittlere („Anomalie“ und alſo auch) Länge gleich ſind. Beſitzt man alſo eine einzige in dieſen Puncten angeſtellte (wie . . .) Beobachtung, ſo iſt man auch im Beſitze eines (wahren und zugleich) mittleren Ortes des Geſtirns, und kann von da, nach mittlerer Geſchwindigkeit rechnend, durch die ganze Bahn weiter gehen. — Dieß zeigt den Zuſammenhang zwiſchen der „Länge des Perihels“ (der Apſiden) und der Epoche. Wegen des Details der oben natürlich nur in allgemeinſter Ueberſicht zuſammengeſtellten Operationen, verweiſe ich aber namentlich auf die ſchon citirten A. A. Geocentriſch und Heliocentriſch.

* Ich bitte, dieß „ſpäteren“ beſonders zu beachten.

kann es wiederholentlich gar nicht genug hervorheben, offenbar die wirkliche („geocentriſche") Beobachtung abgeben müſſen, von welcher man ſich zur Theorie der Bahnbewegung erhoben, und daraus ſodann, nunmehr bloß noch rechnend, die ſpätere geocentriſche Erſcheinung gefolgert hat.

Die bekannteſte Anwendung des eben gelehrten Verfahrens zur Beſtimmung unſerer „Länge des Perihels" iſt von Kepler auf die Bahn des, dieſerhalb mit Verweiſung wegen des Näheren hierher, vorn ausgezeichneten Planeten Mars gemacht worden; und dieſer ſcharfſinnige Mann faßt (vergl. Apſidenlinie) ſeine Idee, in dem öfters citirten Werke „De stella Martis." S. 208. in die wenigen Worte: „Perpende itaque, quod si Mars a puncto *apogaei* (aphelii) eundo dimidium temporis restitutorii insumat, fine hujus temporis, omnino confectis 180 gradibus, sit futurus in puncto *perigaei* (perihelii)." zuſammen, deren eigentlichen Sinn wir oben näher erklärt haben, ſo daß ich Weiteres darüber hier nun nicht mehr hinzuzufügen brauche. Eben ſo wenig gehe ich auf noch andere Methoden zur Beſtimmung der „Länge des Perihelions" ein; man findet ſie beſonders bei'm Lalande „Astronomie," Buch VI. mit welcher Nachweiſung ich den gegenwärtigen Artikel beſchließe.

Länge, geocentriſche, ſ. **Geocentriſch** und **Länge.**

Länge, geographiſche der Orte (auf der Erdkugel *); Longitudo locorum geographica; *Longitude des lieux de la terre.* Die „Länge" * eines Ortes auf der Erde iſt derjenige Bogen des Aequators, welcher zwiſchen einem, auf letzterem (vergl. unten) willkührlich angenommenen Anfangspuncte (dem durch dieſen Punct gedachten und als „erſten," näher in dem beſondern Art. Mittagskreis, erſter betrachteten Meridian) und dem Meridian jenes Ortes ſelbſt enthalten iſt. „Länge" (und Breite), „geographiſche" (und alſo ſorgfältig von der vorauf behandelten aſtronomiſchen Länge zu unterſcheiden, welche ſich eben ſo auf den Himmelskreis der Ekliptik, wie jene auf den Aequator der Erde bezieht) ſind für die Erdkugel genau dasjenige, was wir an der Himmelskugel durch gerade Aufſteigung (und Abweichung, vergl. beide A. A. B. I. S. 29. und 84) bezeichnen: durch die Angabe der „Länge" und „Breite" eines Ortes iſt ſeine Lage auf der Erdkugel für den Geographen in eben der Art und eben ſo ſtreng, als für den Aſtronomen die Lage eines Geſtirns an der Himmelskugel durch „gerade Aufſteigung" und „Abweichung" beſtimmt **; jene „Länge" ſagt mir, in welchem Meridian (in welchem Meridian-Abſtande vom erſten, oder überhaupt von einem, ſeiner Lage nach ſchon bekannten Meridian) der betreffende Ort der Erde liegt, jene „Breite", welchen Punct dieſes Meridians der Ort einnimmt; — und eben ſo bezeichnet die „gerade Aufſteigung", auf dem Himmelsäquator, den

* Ich mache dieſe Hinzufügung, welche nach Anwendung des Wortes „geographiſch" überflüſſig ſcheinen könnte, ausdrücklich deßwegen, weil ich unten von „ſeleno graphiſchen" Längen (und Breiten), vornehmlich von Angaben der Orte (Puncte, z. B. Höhenpuncte) auf der Mondkugel, nach Maßgabe ihrer Abſtände vom erſten Meridian (und Aequator) des Mondes ſpreche. — Eine vervollkommnete Aſtronomie wird künftig eben ſo etwann Längen und Breiten der Orte auf der Jupiterskugel bezeichnen, von welchen ich vorläufig nur erſt bemerke, daß ſie nicht mit den ebenfalls unten vorkommenden „jovicentriſchen" Längen verwechſelt werden dürfen.

* Ueber den Grund dieſer Benennung „Länge", im Gegenſatze der Breite (geographiſche), iſt ſchon im letzteren Art. S. 137 gehandelt, wohin ich dießfalls verweiſe.

** Man erſieht hieraus, wie ich unten bei Betrachtung der „Länge zur See", noch dringender hervorheben werde, die ganze Wichtigkeit dieſer Beſtimmung, durch welche beſonders der Schiffer auf dem ſpurloſen Ocean allein in den Stand geſetzt wird, den Punct, wo er ſich eben befindet, zu ermitteln. Die völlige Unentbehrlichkeit für den Geographen ſpringt nicht weniger in die Augen.

Abſtand des Abweichungskreiſes eines Geſtirns vom Frühlingspuncte, und die „Abweichung“ die Stelle des Geſtirns in dieſem Abweichungskreiſe. Demgemäß wird auch die „geographiſche Länge“, in gleicher Art wie die gerade Aufſteigung, auf dem Aequator (oder einem Parallelkreiſe), von dem durch den Anfangspunct gedachten (dem „erſten“) Meridian ab, (meiſtens) nach Oſten und fort bis zu 360° hin (zuweilen aber auch nach Weſten, und nur bis 180°) gezählt (worauf ſich die, beſonders in neueren Reiſewerken häufig vorkommenden näheren Beſtimmungen „öſtliche“ oder „weſtliche Länge“ beziehen). Der Unterſchied der geographiſchen Länge zweier Oerter heißt ihre Meridiandifferenz * (vergl. den beſondern Artikel). Da die Natur nirgends eine unterſcheidende Stelle zur Beſtimmung eines ſolchen „Anfangs- (Null-) Punctes“ der geographiſchen Länge gegeben hat, wie dieß mittelſt der Axendrehung der Erde für die vom Aequator, als dem durch die Rotation bezeichneten Kreiſe, an zählende „Breite“ geſchieht; ſo iſt daher in der Wahl des „erſten Meridians“ die oben angedeutete Willkührlichkeit entſtanden; — und die mehrfachen, bei den verſchiedenen Völkern und Geographen auch ſehr verſchiedenen Annahmen für dieſen Ort des „erſten Meridians“ haben mancherlei Verwirrungen erzeugt. Die alten Geographen, und unter ihnen namentlich Ptolemäus, zogen ihren erſten Meridian durch die von ihnen ſogenannten glückſeligen Inſeln, worunter vielleicht die Cap-Verd'iſchen zu verſtehen ſind; die ſpäteren Arabiſchen Geographen wählten dagegen die Säulen des Herkules zum Null-Puncte der Länge. Nach der Umſchiffung der Südſpitze von Afrika und nach der Entdeckung von Amerika, wurde die Verwirrung hierin durch die Einmiſchung der Päpſte * noch größer, ſo daß ſich der Cardinal Richelieu, der bekannte Miniſter Ludwig XIII. von Frankreich, 1630 bewogen fand, in Paris einen Congreß von Aſtronomen zu vereinigen, welcher einen unpartheiſchen und gemeinſamen „erſten“ Meridian feſtſetzen ſollte; und hier wurde nun entſchieden, und durch eine Parlaments-Acte vom Juli deſſelben Jahres beſtätiget, daß der „erſte Meridian“ durch die weſtlichſte der Canariſchen Inſeln, die Inſel Ferro, gehen, und daß dieſer

Meridan von Ferro,

demnach, wie er auch heute in unſern Geographieen ſeinen Rang behauptet, der „erſte“ ſeyn ſollte. Dabei ward angenommen und gilt auch noch heute, daß dieſer Meridian genau 20° weſtlich von Paris liege, oder daß alſo die öſtliche Länge von Paris eben 20 Grad betrage **. Indeß rechnen die

* Dieſe „Meridiandifferenz“ bezeichnet alſo den Abſtand zweier Puncte der Erdoberfläche (der durch dieſe Puncte gedachten Meridiane) in Graden (des zwiſchen den Meridianen enthaltenen Bogens) des Aequators (oder Parallels). Lägen beide Puncte dabei zugleich im nämlichen Parallel, ſo könnte man ihre „Meridiandifferenz“ auch in abſolutem Maße (in Meilen, Fußen) durch unmittelbare Meſſung jenes zwiſchen ihnen enthaltenen Bogens ihres Parallels ermitteln, wozu im A. Gradmeſſungen, S. 680 („Längengradmeſſungen“) Anleitung ertheilt wird. Hier habe ich es mit dieſer abſoluten Größe der Längengrade nicht weiter zu thun.

* Das Detail hierüber gehört eigentlich in die Geſchichte; indeß gebe ich noch einiges darauf Bezügliche in dem beſondern Art. Mittagskreis, erſter.

** Die Oſtſpitze dieſer Inſel Ferro liegt eigentlich in 20° 17′, und ihre Weſtſpitze in 20° 30′ (weſtlicher Länge von Paris). Davon wird aber, bei der Ausübung, wie geſagt, abgeſehen, und der „erſte Meridian“ genau 20° weſtlich von Paris, oder Paris alſo genau 20° öſtlich von Ferro geſetzt. So finden meine Leſer in ihren Tabellen z. B. Berlin (neues Obſervatorium): Oeſtliche Länge v. Ferro 31° 3′ 30″, u. öſtliche Länge von Paris (Obſervatorium) . . 11° 3′ 30″

welches jene (angenommene) „Meridiandifferenz“ von . . . . . 20° — —

zwiſchen Paris und Ferro gibt. Gleichergeſtalt ſteht

Franzoſen gegenwärtig meiſtens ſelbſt unmittelbar vom Pariſer Meridian (bezeichnen den Meridian der Sternwarte zu Paris als Nullpunct der Länge) d. h. ſie verringern die von Ferro abgezählten öſtlichen Längen um 20°, und vergrößern die weſtlichen um eben ſo viel; die Engländer dagegen datiren von Greenwich (17° 40′ — vergl. d. Anmerk. — öſtlich von Ferro, und 2° 20′ weſtlich von Paris); — und auf einen dieſer beiden Meridiane beziehen ſich auch die meiſten Aſtronomen *, obgleich in einzelnen Fällen wohl auch der Meridian der eigenen Sternwarte gemeint iſt, ſo daß man dann die „Meridiandifferenz“ ſorgfältig beachten muß.

Auf die Beſtimmung dieſer „Meridiandifferenz“, zu welcher ich jetzt übergehe, kommt alſo, wie man ſieht, und wie die unten beigebrachten practiſchen Ausführungen noch näher zeigen werden, Alles an: die abſolute Länge (die z. B. von Ferro an gerechnete), wofern man derſelben hernach überhaupt noch bedarf, ergibt ſich offenbar von ſelbſt, wenn man nur die „Meridiandifferenz“ zwiſchen einem zu beſtimmenden Längenpuncte und dem (in Gemäßheit des Obigen), ſeiner „abſoluten Länge“ nach ſchon bekannten Pariſer-Obſervatorium ausmitteln kann; — wie iſt dazu zu verfahren?

Die Sonne braucht bei ihrer Tagesbewegung, von Oſten nach Weſten, 24 (Sonnen-) Stunden, um mit gleichförmiger (oder, wegen der geringen Verſchiedenheit, doch dafür anzunehmender *) Geſchwindigkeit, nach Durchlaufung der 360° des ganzen Aequators oder eines Parallels, in den nämlichen Meridian zurückzukehren, und erreicht alſo einen z. B. 15° öſtlicher gelegenen Meridian (360° : 24 Stunden = 15° :) 1 Stunde früher als jenen, einen 15° weſtlicher liegenden 1 Stunde ſpäter: ein Zeitunterſchied von 1 Stunde gibt alſo eine „Meridiandifferenz“ von 15 Graden, 1 Zeit-Minute 15 Bogen-Minuten, 1 Secunde 15″ u. ſ. w.; war die Sonne in einem Meridian 40 Minuten früher als in einem andern, ſo liegt der letztere (40 . 15′ = 600′ =) 10° weſtlich vom erſteren. Auf dieſe Art gibt die Zeit, um welche der Mittag (die Meridian-Erreichung durch die Sonne) eines Ortes früher (oder ſpäter) als eines andern erfolgt, die „Meridiandifferenz“: zeigt meine Sonnen- ** Uhr in dem nämlichen phyſiſchen Augenblicke 12 Mittags, zu welchem die Sonnen-Uhr eines andern Ortes erſt 11 Uhr Vormittags

bei Greenwich: Oeſtliche Länge von Ferro 17° 39′ 37″, und weſtliche Länge von Paris . . . . . 2° 20′ 23″, welches, wie man ſieht, die 20° — — auch wieder bringt. — Der ſo hoch gehaltene Meridian von Ferro iſt alſo wirklich nichts als der verkappte Pariſer Meridian, und, mit Rückſicht auf die oben angegebene wahre Länge von Ferro, nur eine Fiction.

* Die deutſchen Geographen dagegen zählen, wie geſagt, allermeiſtens von Ferro, welche Verſchiedenheit ich, zur um ſo gewiſſeren Vermeidung von Irrthümern, hier nochmals hervorhebe.

* Ein wahrer Sonnentag kann (ſ. Gleichung der Zeit, S. 659.) von einem mittleren, an Dauer, höchſtens um (±) 30″ verſchieden ſeyn (woraus ſich die Geringfügigkeit dieſer Verſchiedenheit für zwei wahre Folgetage ergibt); und in dem nämlichen Verhältniſſe verändert ſich alſo auch nur die Geſchwindigkeit der Sonne von einem Mittage zum nächſten, ſo daß man, wie wir oben thun, die Bewegung dieſes Geſtirns während Einer Rückkehr zum Meridian, ohne merkliche Fehler, als „gleichförmig“ betrachten darf: die Sonne bewegt ſich am Abende eines Tages oder am folgenden Vormittage nicht merklich ſchneller oder langſamer als am vorhergehenden.

** Heißt die Zeitgleichung (vergl. wieder Gleichung der Zeit, S. 663) am Beobachtungstage (für welchen ich ſie unveränderlich annehme) t, ſo zeigt dagegen die aſtronomiſche Uhr am erſteren Orte (für deſſen Meridian) 12 ± t, und am andern 11 ± t, wodurch alſo in der Differenz Nichts geändert wird.

angibt, ſo liegt letzterer Ort in Zeit 1 Stunde, in „geographiſcher Länge“ 15° (weſtlich) von mir; unſere Meridiandifferenz beträgt 15°; — oder aber auch, um noch ein anderes Beiſpiel zu wählen, iſt in einem und demſelben Augenblicke die wahre (durch den Abſtand der Sonne vom Meridian bezeichnete) Zeit zu Leipzig ſchon 3 Uhr 50 Minuten Nachmittags, zu Paris hingegen erſt 3 U. 10′, alſo 40′ weniger, ſo kann dieſer Unterſchied nur daher rühren, daß Leipzig ſeinen Mittag (Meridian-Eintritt der Sonne), von wo an gezählt wird, 40 Minuten früher gehabt hat, und demnach in Zeit um dieſe 40 Minuten, in Länge um (die obigen) 10° öſtlicher liegt.

Es erhellt hieraus, daß ſich das ganze vorliegende Problem von der Beſtimmung der geographiſchen Länge auf die Forderung der Angabe des Unterſchiedes der wahren Zeit an verſchiedenen Orten im nämlichen phyſiſchen Moment, zurückführen läßt: man kennt die wahre Zeit eines Ortes, und fragt, welche wahre Zeit es in demſelben (phyſiſchen) Augenblicke an einem andern Orte iſt? der Unterſchied beider Zeiten in Grade verwandelt (1 Zeitminute für 15′ in Bogen, oder 4 Minuten für 1° gerechnet) lehrt, wie geſagt, die „Meridiandifferenz“ kennen. Dieſe Beſtimmung ſcheint auf den erſten Blick ſo leicht; aber die große Schwierigkeit liegt in der Auffindung eines Merkmales, woran ſich gleichzeitige Augenblicke an weit von einander gelegenen Orten der Erde erkennen laſſen. Setzen wir, um dieß nur erſt recht ſinnlich zu machen, zwei Beobachter an ſolchen Orten hätten ſich über die Zeit eines ſchicklichen Signals: einer Rakete, eines Blickfeuers oder ſonſt dergleichen, verabredet, ſo würden ſie daſſelbe natürlich Beide im verlangten gleichzeitigen Augenblicke des Erſcheinens wahrnehmen, und nun nur zugleich Jeder nach ſeiner, alſo für den Meridian auch ſeines Ortes richtig zeigenden Uhr ſehen, die reſpectiven Uhrzeiten notiren und ſodann vergleichen dürfen, wonächſt die Differenz der beiden Uhrzeiten in der erklärten Art, die „Meridiandifferenz“ gäbe. Bei den, wie geſagt, großen praktiſchen Schwierigkeiten dieſes Verfahrens in Behandlung der Aufgabe für weit von einander entfernte Puncte, worauf ich ſogleich ausführlicher zurückkomme, hat man zunächſt an eine unmittelbare Vergleichung der Uhren gedacht. Angenommen nämlich, daß beide Uhren ganz richtig gehen und den richtigen Gang unter allen Umſtänden conſerviren, ſo brauchte man, Behufs dieſer Vergleichung, nur die eine zu der andern zu transportiren, wobei alſo zugleich vorausgeſetzt wird, daß ſie transportabel ſind, und nicht gleich den Pendeluhren einen feſten Stand erfordern: lägen die beiden Meridiane dann in Länge z. B. 1 Stunde (15°) auseinander, und hätte die eine Uhr alſo in demſelben Augenblicke 12 Mittags gezeigt, in welchem die andere erſt 11 Vormittags war, ſo würden ſie auch fortwährend genau um dieſe 1 Stunde differiren, und alſo, bei'm Zuſammenhalten die „Meridiandifferenz“ gleich erkennen laſſen. Dergleichen (tragbare) Uhren, denen eine ſo große und beſtändige Genauigkeit, ſelbſt bei'm Transporte, beigemeſſen werden könnte, heißen bekanntlich Chronometer, in welchem Artikel, S. 184., ausführlich über (die erwähnte Nothwendigkeit, ſie hierbei an die Stelle der, wie geſagt, einen feſten Stand erfordernden Pendeluhren zu ſetzen, und) jene ihre Anwendung gehandelt wird, ſo daß ich mich hier mit der Hervorhebung des bloßen Princips um ſo mehr begnüge, als mich die Betrachtung der „Chronometer“ unter dem Geſichtspuncte von „See-Uhren“ unten ohnedieß darauf zurück führt. Allein man begreift, daß Uhren, d. h. doch alſo bloße mechaniſche, tauſend Zufälligkeiten unterworfene Werkzeuge, kein unbedingtes Vertrauen verdienen; und daher hat man denn ihrer Anwendung diejenigen, nun näher zu erörternden Methoden * Behufs der Erfindung der geographiſchen

* Oder vielmehr nur Eine Methode, da die verſchiedenen Verfahrungsarten dabei doch inſofern ſämmtlich in die nämliche Kategorie gehören, als ſie alle die Beobachtung gleichzeitiger Himmels- (alſo in hinreichender Höhe ſtatt findender) Phänomene erfordern.

Länge vorgezogen, welche ich oben durch das Beispiel einer Rakete als Zeitsignal bloß angedeutet habe. Für geringe Entfernungen taugen nämlich solche Signale* zwar allerdings vortrefflich: die Längendifferenz zwischen Greenwich und mehreren benachbarten Orten z. B. ist dadurch überaus genau bestimmt worden; aber weit sieht man dieselben natürlich nicht, indem man ihnen doch immer nur eine sehr mäßige Höhe geben kann; — und man mußte also Phänomene („Phénomènes instantanés") aufsuchen, welche sich in hinreichender Höhe ereignen, um aus den weitesten Entfernungen gleichzeitig erblickt zu werden. Hierzu schien sich nun nichts besser zu eignen als, die Beobachtung von Verfinsterungen des so hoch über unsern Häuptern schwebenden Mondes. Denn da dieselben (s. Finsternisse, S. 474.) in einer wirklichen Lichtberaubung des in den Schattenkegel der Erde eintretenden Mondes bestehen, und jede ihrer Phasen also von allen Beobachtern (auf der ganzen Erdhälfte, welche den Mond dann nur eben über dem Horizonte hat) im nämlichen physischen Augenblicke wahrgenommen wird; so müßte sich bei einem solchen Ereignisse auch die „Meridiandifferenz" sehr vieler Orte (Puncte der Erdoberfläche) auf Einmal bestimmen lassen: der Anfang, das Ende einer Mondfinsterniß, die Berührung des Erdschattens durch die verschiedenen Mondflecken u. s. w. geben eben so viele gleichzeitige, wenn ich so sagen darf, „Signale" ab, bei deren Eintritte (wie schon Ptolemäus vorschreibt), die verschiedenen Beobachter nun auch die ihren verschiedenen Meridianen entsprechenden (wahren**) Zeiten zu bemerken hätten, um jene „Meridiandifferenz" danach sogleich zu beurtheilen. Allein wie schön sich dieses aus dem theoretischen Gesichtspuncte darstellt, so hat doch die praktische Anwendung ihre vielen Schwierigkeiten, indem einmal der Halbschatten (vergl. d. A.) die Beobachtung der Berührungen sehr unsicher macht, anderseits aber Mondfinsternisse viel zu seltene Ereignisse sind, um namentlich auf der See, wo man alle Augenblicke Längenbestimmungen braucht, zur Ermittlung der „Meereslänge", wie die geographische Länge dann in specie genannt wird, und worüber ich gleich besonders handle, der Forderung zu entsprechen. Dasselbe läßt sich gegen die Anwendung der Sonnenfinsternisse (vergl. wieder Finsternisse, S. 512.), der Ein- und Austritte der Jupitertrabanten in den Schatten ihres Planeten (ibid. S. 538.), der Durchgänge (s. d. A.) oder besser „Vorbeigänge" des Merkur und der Venus vor der Sonnenscheibe, der Bedeckungen der Fixsterne durch den Mond (Band I. S. 107.), als solche „Himmelssignale", sagen: sie sind theils jener ihrer Seltenheit, theils der Schwierigkeit wegen, sie vom schwankenden Schiffe aus streng genug zu beobachten, angedeutetermaßen, wenigstens zur Bestimmung der:

Länge zur See, Meereslänge; Longitudo maris s. maritima; *Longitude en mer*, auf welche ich, wie gesagt, jetzt besonders komme, sämmtlich nicht hinreichend. Stellen wir uns, um nur erst eine deutliche Einsicht von der ganzen, darum, gleich Eingangs, von mir so sehr hervorgehobenen, Wichtigkeit des Problems der Erfindung dieser „Länge zur See" (neben der Kalender-Rechnung wohl die bedeutendste und gemeinnützigste praktische Aufgabe der gesammten Astronomie*) zu bekommen, den Schiffer

* Ich habe in dem besondern Art. Heliotrop auch von der Anwendung dieses sinnreichen Instruments zu dergleichen „Signalen" gehandelt; und man wird bei Vergleichung desselben Art. leicht übersehen, in wie weit es zu den hier betrachteten Längenbestimmungen dienen könnte; der Gebrauch ist aber ebenfalls nur auf geringere Entfernungen (10 — 15 Meilen) eingeschränkt.

** Vergl. wegen der Anwendung der astronomischen Uhren (der mittleren Zeit und der Zeitgleichung) dabei, die vorangehende dießfallsige Anmerkung.

* In der That muß die Erfindung der „Länge zur See" unter diesem Gesichtspuncte betrachtet werden: auf dem Lande haben Längenbestimmungen zwar den angedeuteten offenbar geographischen Zweck, indem natürlich ohne sie keinerlei Charten-

auf dem spurlosen, freien Ocean vor: er weiß noch schlechterdings nicht, wo er ist; nur erst durch Bestimmung seiner augenblicklichen „Länge“ und Breite wird ihm der Punct, den sein Schiff im offenen Meere eben einnimmt, bezeichnet, welchen Punct er sodann eben wieder nach Länge und Breite, nur mit der in dieser Art bezeichneten Charte oder mit dem Globus zu vergleichen braucht, um jetzt mit Einem Blicke zu sehen, in der Nähe welcher Länder und wie weit davon er sich befindet.

Könnte man sich ganz auf die oben erwähnten Chronometer, auf welche ich, als „See-Uhren“ bevorwortetermaßen, jetzt zurück komme, verlassen, so wäre die Sache leicht: gesetzt man hätte, um sie mit nunmehriger specieller Beziehung auf das Verhältniß des Seemanns, nochmals zu betrachten, ein solches Instrument, von welchem man völlig gewiß seyn könnte, daß dasselbe z. B. stets Greenwicher mittlere Zeit zeige; so hätte man diese „mittlere“ Zeit nur durch Hinzufügung der Zeitgleichung mit ihrem Zeichen für den betreffenden Tag, in wahre (Greenwicher) Zeit zu verwandeln, und dürfte sodann ferner auf dem Schiffe nur noch durch eine Sonnenbeobachtung * die wahre Schiffszeit ermitteln, so hätte man die Zeit- und folglich auch die Meridian-Differenz zwischen Greenwich und dem Schiffe, d. h. die Länge dieses letzteren, welche mit der beobachteten (geographischen) Breite (vergl. d. Anmerk. *) verbunden, den gesuchten Schiffsort gäbe.

Entwerfung möglich ist; auf der See aber hängt das ganze Wohl und Weh des Schiffers davon ab.

* Auf dem festen Lande, wo ein seinen Standpunct nicht verändernder Beobachter angenommen war, bedurfte es dieser „Sonnenbeobachtung“ nicht erst: die oben vorgeschriebene unmittelbare Vergleichung der Uhren reichte hin, indem der Beobachter mit der für seinen Meridian richtig zeigenden Uhr auch in diesem nämlichen Meridian verharrt. Das segelnde Schiff geräth dagegen stets in andere Meridiane, so daß eine dauernde Uebereinstimmung der Schiffsuhr mit der Meridianzeit nicht Statt finden kann: gleichwie der Chronometer fortfährt, Greenwicher Zeit zu zeigen, so bleibt jede andere Schiffsuhr bei der Zeit desjenigen Meridians, für welchen sie einmal gestellt ist. Man muß also, statt solcher Schiffsuhr-Zeit, vielmehr die wahre Zeit nehmen, wie sie aus dem Sonnen-Abstande von dem Meridian folgt, in dem sich das Schiff wirklich eben befindet. Zu dem Ende mißt man den Zenithabstand der Sonne, und verbindet denselben mit dem Complement der Breite (der geographischen, nämlich der des Schiffes; ich komme gleich zu ihr, und nehme sie hier nur als schon gefunden an) und dem Complement der, für jeden Tag bekannten, Abweichung der Sonne zu einem sphärischen Dreieck, dessen Winkel am Pol (der Stundenwinkel) die wahre Schiffszeit gibt.

Leser, welche sich dieß nicht gleich versinnlichen können, mögen nur Fig. 5. der Tafel I. (gegenwärtigen Bandes II.) vergleichen, in welcher (A a der Aequator), Z S der Zenithabstand der Sonne, Z P das Complement der (geographischen) Breite, S P das Complement der Sonnen-Abweichung, und S P Z also den Stundenwinkel darstellt (und welche sich, da ich die Bögen durch gerade Linien ausdrücke, nicht anders zeichnen ließ).

* Um Alles in Einer Uebersicht zu haben, erinnere man sich daran, daß unter Breite (geographischer) der Abstand (des Schiffes) vom Aequator verstanden wird. Nun ist die „Abweichung der Sonne“ (ihr Mittelpuncts-Abstand vom Aequator) bekannt, zu welcher also nur die Zenith-Entfernung (des Mittelpuncts) dieses Gestirns im Meridian des Beobachters (ich nehme Sonne und Schiff auf der nämlichen Halbkugel an) addirt werden darf, wonächst die Summe die gesuchte Breite bringt; — die Mittagslinie (der Meridian) des Schiffes ist aber nach dem Compaß immer gleich zu finden. Braucht man (wie hinten) die „Breite“ bei einer nächtlichen Beobachtung, so wählt

Wegen dieses so äußerst großen Nutzens, welchen Chronometer (See-Uhren) besonders also bei der Schifffahrt gewähren können, sind denn auch die ungemeinen Anstrengungen zur Vervollkommnung solcher Uhren gemacht worden, von welchen Bemühungen ich im schon citirten Art. Chronometer ausführlich handle. Inzwischen bleibt auch die beste Uhr, wie gesagt, mancherlei Zufällen unterworfen; und nie wird man gern Leben und Wohl der Seefahrer ganz allein einem Instrumente anvertrauen wollen, bei welchem der geringste, unbemerkt eingeschlichene Fehler allmählig einen sich anhäufenden großen Irrthum in der Zeit-Angabe (und also in der „Längen"bestimmung, wovon doch die ganze Leitung des Schiffes und mithin seine Sicherheit abhängt) hervorbringen kann. Astronomische Beobachtungen behalten also den Vorzug: es kam, da die dießfalls schon oben bezeichneten Phänomene zu selten eintreten, nur noch darauf an, häufiger vorkommende solche Ereignisse auszuwählen; — und so ist man denn endlich auf die Benützung der „Monddistanzen" * gefallen, worunter man Abstände des Mondes von der Sonne, oder von Planeten, oder von Fixsternen für bestimmte Augenblicke versteht, wie sich dergleichen Abstände, mit Ausnahme einiger weniger Tage um den (dann nicht sichtbaren) Neumond, immer wahrnehmen lassen. Bei der gegenwärtig hinreichend bekannten Theorie des Mondes, kann man nämlich den allaugenblicklichen Himmelsort dieses Gestirns zwischen den übrigen Gestirnen, und also jenen seinen Abstand von ihnen, für jede Zeit eines bestimmten Meridians im voraus sehr genau berechnen. Wir wollen annehmen, diese Berechnung sey z. B. wieder für den Greenwich'er Meridian angestellt, und man besäße Tafeln darüber; so ersähe man aus denselben also, welchen Abstand der Mond (sein Mittelpunct. — Bei der nachherigen Beobachtung läßt sich, wie ich gleich bevorworte, nur die Rand-Entfernung der Gestirne [z. B. die Entfernung des nächsten erleuchteten Mondrandes von einem Fixsterne] durch unsere Methoden unmittelbar messen, weßhalb sodann der scheinbare Halbmesser in Betracht zu nehmen ist, um den Abstand der Gestirn-Mittelpuncte, auf welche sich, wie wir unten näher sehen werden, die ganze Rechnung bezieht, danach zu ermitteln) von irgend einem bestimmten andern Gestirne in dem Augenblicke, da in Greenwich so und so viel wahre Zeit ist, haben muß. Beobachtete man dann vom Schiffe aus denselben Abstand, und vergliche (nach einer vorherigen alsbald zu erörternden Reduction) die zugleich Statt findende wahre „Schiffs-" mit jener wahren „Greenwich'er"-Zeit, so gäbe die Zeit-Differenz, in der vorgeschriebenen Art, sogleich die gesuchte Längen-Differenz.

Dabei ist aber, was die angedeutete Beziehung auf die Gestirn-Mittel-

man statt der Sonne, dann einen Fixstern von bekannter Abweichung.

* Man könnte mir die Mitnahme mehrerer Chronometer auf den Seereisen, wie dieß jetzt zu geschehen pflegt, einwenden; allein die sich dann zeigenden gegenseitigen Differenzen vermehren wohl noch die Verlegenheit; — und die Vergleichung mit dem Himmel, worauf ich nun eben komme, als einer immer richtig zeigenden „Uhr", bleibt doch das Sicherste. „Il serait imprudent" sagt der alte Seemann de Rossel, in seiner, dem dritten Bande von Biot's „Astronomie" (2. Aufl. Paris. 1811. 3 B. gr. 8. — es erscheint jetzt eine 3. Aufl.) beigegebenen (vortrefflichen) „Astronomie nautique." S. 105. „il serait *imprudent* de se fier entièrement aux montres, et il est indispensablement nécessaire de comparer les longitudes obtenues par les montres à celles que l'on conclut des observations de *„distances de la lune au soleil ou aux étoiles"*, ces dernières devant *toujours* se trouver dans les limites d'une précision connue et étant par conséquent très-propres à faire connaître, si les montres ont conservé la même régularité dans leur marche, et si l'on peut se fier à elles, *sans compromettre la sûreté du vaisseau.*"

puncte und jene daraus folgende Reduction betrifft, wohl zu erwägen, daß (vergl. Geocentrisch, S. 598.) bei aller Gestirn-Orts-Berechnung die räumliche Ausdehnung sowohl dieser Gestirne, als der Erdkugel, von welcher aus sie beobachtet werden, ganz unberücksichtiget bleibt: man hat es in diesen Rechnungen nur mit den „Mittelpuncten" der Gestirne gleichwie der Erde zu thun, in welchen Puncten man sich ihre respect. Massen zusammengedrängt vorstellt; — und aus der obigen Berechnung weiß man demnach bloß, welchen Abstand im gegebenen Augenblicke der Mondmittelpunct vom Gestirne haben würde, wofern man diesen Abstand auch aus dem Mittelpuncte der Erdkugel und also, wie gesagt, ganz abgesehen von der räumlichen Ausdehnung der letzteren, betrachten könnte.

Bei der wirklichen Beobachtung auf dem Schiffe dagegen, kommt diese räumliche Ausdehnung der Erdkugel gar sehr zur Sprache: für diese Beobachtung ist die Erde kein Punct, als wenn sie in ihrem Mittelpuncte zusammengedrängt wäre: — nach Maßgabe der verschiedenen Stellung, welche man auf der Erd-Oberfläche einnimmt, erblickt man die Gestirne vielmehr in einer sehr verschiedenen Höhe über seinem Horizonte; und die davon abhängigen Wirkungen der Parallaxe und Refraction*, von denen (vergl. beide A. A.) für den Erdmittelpunct keinerlei Rede ist, afficiren die, also nur mit Rücksicht auf letzteren berechnete Gestirndifferenz, und lassen dieselbe bald größer, bald kleiner erscheinen. Unsere Frage nimmt also, wegen dieser Mitbedingung, folgende bestimmtere Gestalt an: „Wie muß sich eine, für den Erdmittelpunct und für wahre Greenwich'er Zeit berechnete Gestirndistanz darstellen, wenn sie dagegen vom Schiffe aus, bei gewissen respectiven Höhen der betreffenden Gestirne, wirklich beobachtet wird? — und umgekehrt: „Wenn die Beobachtung auf dem Schiffe, bei jenen Höhen der betrachteten Gestirne über dem Horizonte, eine gewisse Gestirndistanz ergibt, wie groß wird diese Distanz, nach der Reduction auf den Erdmittelpunct, noch bleiben (werden)?" Findet sich dieselbe, nach letzterer Reduction (und bei der gleichfalls angedeuteten Mitberücksichtigung der Gestirnhalbmesser) gerade eben so groß als die für Greenwich berechnete Distanz, so bezieht sie sich auch auf den nämlichen (physischen) Augenblick: denn von Einem und demselben (dem Erdmittel-) Puncte aus beobachtet, kann eine Distanz (sich bewegender) Gestirne (wie der Mond) verschiedenen Beobachtern schlechterdings auch nur in Einem und demselben Augenblicke ganz gleich groß* erscheinen. Demgemäß erlangt man also durch diese Reduction die Bestimmung, welche Zeit es eben in Greenwich war, als man seine eigene Distanz-Beobachtung dagegen nach Schiffszeit anstellte; d. h. man erlangt die Zeit- und mithin die gesuchte „Längen-Differenz" zwischen Greenwich und dem Schiffe, und, in Verbindung mit der Breite (deren Erfindung, bei Tag wie bei Nacht, oben angedeutet ist) die Kenntniß des Ortes (auf der offnen See), wo sich das Schiff eben befindet**.

* Man könnte mich fragen, weßhalb ich von beiden Einflüssen nicht schon oben bei Anwendung der Mondfinsternisse, als „Signalen zur Längenbestimmung", gesprochen habe; allein der sich verfinsternde Mond verliert sein Licht, angeführtermaßen, wirklich, und jede Phase der Finsterniß wird also, ohne Beeinträchtigung durch diese Einflüsse, von allen verschiedenen Beobachtern doch im verlangten nämlichen physischen Augenblicke gesehen.

* Stimmte die Schiffsbeobachtung und das, nach der obigen Reduction daraus folgende Schiffs-Rechnungsresultat nicht gleich so „ganz" mit der Greenwich'er Rechnung, so hilft man sich (vergl. hinten) durch Interpolation, deren Kunstgriffe ich vorläufig als bekannt annehme.

** Die gelehrte Astronomie würde dasjenige, was ich oben bemühet gewesen bin, meinen Lesern, bei der wiederholt hervorgehobenen außerordentlichen Wichtigkeit des Gegenstandes, auch sehr deutlich zu machen, mit viel weniger

Es kommt hiernach darauf an, aus wirklich beobachteten (gemeßnen) Distanzen: Abständen der nächsten Ränder, namentlich des erleuchteten Mondrandes, vom Rande der Sonne (wenn beide Gestirne zugleich wahrgenommen werden können) oder aber von einem Fixsterne, und den zugleich gemeßnen Höhen beider Gestirne über dem Horizonte, rechnend die auf den Erdmittelpunct bezügliche entsprechende Distanz zwischen den Mittelpuncten* dieser Gestirne abzuleiten, welche, wenn sie sich in Uebereinstimmung mit der für Greenwich berechneten Distanz findet (durch das erwähnte Interpolationsverfahren zum genauesten Stimmen gebracht ist), ein, wie ich mich oben ausgedrückt habe, „Signal" abgibt, wodurch für Greenwich und für das Schiff der nämliche physische Moment bezeichnet wird, oder welche, für den beabsichtigten Zweck, doch dessen Stelle vertritt.

Was ich bis hierher nur als Beispiel gebraucht habe, findet sich nun durch den Englischen *„Nautical-Almanac"* für den Greenwicher (gleichwie durch die Französische *„Connaissance des tems"* für den Pariser) Meridian wirklich ausgeführt: in den vor mir liegenden Jahrgängen jenes Englischen „Schiffs-Kalenders" ist für jeden Monat und jeden Tag (mit Ausnahme der schon oben erwähnten Neumondstage) der, von drei zu drei Stunden* für den Mittelpunct der Erde berechnete, östliche oder westliche Abstand des Mondmittelpunctes von (dem Mittelpuncte) der Sonne, und einiger der hellsten, im betreffenden Monate sichtbaren Fixsterne (zusammen zehn: Markab, der namenlose helle vorn am Kopfe des Widders, Aldebaran, Pollux, Regulus, Spica, Antares, Atair, der südliche an den Hörnern des Steinbocks, Fomahand), angegeben.

Die wirkliche Benützung dieser Angaben der Schiffskalender, durch den Schiffer zur Erfindung seiner Länge, setzt aber also sodann erstens die vom Schiffe aus anzustellende Beobachtung der Monddistanz, und zweitens deren nachherige rechnende Reduction auf den Mittelpunct der Erde voraus. In der ersteren Absicht mißt der Seemann meistens mit dem Hadley'schen Octanten (als dem besten Schiffs-Winkelmesser, und von dem ich unter seinem bezeichnenderen Namen „Spiegel-Quadrant" besonders handle), bei Tag, den scheinbaren Abstand (den Bogen des größten Kreises der scheinbaren Himmelskugel) zwischen dem erscheinenden nächsten Mond- und Sonnenrande, oder, bei Nacht, zwischen dem erleuchteten Mondrande und

Worten, vielleicht folgendergestalt ausdrücken: „Wenn man mittelst eines Winkelmessers den scheinbaren (d. h. von der Parallaxe und Refraction afficirten) Rand-Abstand des Mondes von der Sonne, von einem Planeten, oder von einem Fixsterne mißt, so läßt sich hieraus der wahre (von jenen beiden Einflüssen befreite) Bogen-Abstand der Mittelpuncte beider Gestirne, wie derselbe vom Mittelpuncte der Erde aus erscheinen würde, berechnen. Man kann aber dergleichen geocentrische Abstände, mit Beziehung auf die Zeit eines bestimmten Meridians, auch im Voraus angeben; und wenn man also jene Messung und Rechnung nach Schiffszeit ausführt, und diese Zeit, bei gefundener Abstandsübereinstimmung, mit letzterer Meridianzeit vergleicht: so erhält man die Zeit- und mithin die „Längen"-Differenz zwischen dem Schiffe und dem gewählten Meridian. Das hierauf begründete Verfahren heißt die Methode der Monddistanzen zur Erfindung der Meereslänge. — Die Leser haben nun die Wahl.

* Die Messung, um es nochmals hervorzuheben, bezieht sich auf die (nächsten) Ränder, die Rechnung auf die Mittelpuncte der Gestirne.

* Während dieser drei Stunden darf die Bewegung des Mondes als gleichförmig betrachtet werden, so daß man, wie ich oben, mit Verweisung hierher, sage, durch „Interpolation", die Distanzen für jede Zwischenzeit finden, und also die „genaue" Uebereinstimmung mit dem, aus der Schiffsbeobachtung abgeleiteten Rechnungsresultate bewirken kann.

demjenigen nächſten (am wenigſten abſtehenden) Fixſterne, welcher im Schiffskalender für den Tag der Beobachtung vorgeſchrieben iſt; zugleich läßt Er, wie ſchon vorn bevorwortet iſt, durch Gehülfen die Höhen des Mondes und Fixſterns (die Anwendung auf die Sonne iſt leicht gemacht) über dem (Meer-*) Horizonte nehmen. Solchergeſtalt erhält Er denn, zweitens, Behufs der nunmehrigen Reduction, einen durch jenen Abſtand und dieſe Complemente der beiden Höhen an ſeinem Zenith entſtehenden (ſphäriſchen) Triangel, in welchem alſo die drei Seiten bekannt ſind, und in welchem die Complemente der beiden, von den Einflüſſen der (vergl. wieder vorn) „Parallaxe“ und „Refraction“ afficirten Höhen, vermittelſt der hierfür vorhandenen Tafeln, nur corrigirt werden dürfen, um (vergl. nochmals vorn) bei Mitberückſichtigung des Mondhalbmeſſers **; aus der dritten Seite, nämlich dem vom Schiffe aus gemeßnen Abſtande, vielmehr den geſuchten, auf den Mittelpunct der Erde***

* Von der „Depreſſion“ (Neigung dieſes Meerhorizonts) iſt dabei in der gleich folgenden Rechnung abgeſehen: ich handle darüber im gleichnamigen beſondern Artikel, gleichwie ſchon in Horizont, S. 788; und mochte hier durch Rückſichtnahme auf die bezügliche (geringe) Correction die ohnedieß ſchwierige Sache nicht noch mehr verwickeln.

** Unmittelbar meſſen läßt ſich nämlich, um es nochmals hervorzuheben, nur die Randdiſtanz; bei der nachherigen Rechnung muß man aber, ſtatt dieſer Randdiſtanz, den Abſtand der Mittelpuncte der betreffenden Geſtirne nehmen, um dieſe „ſcheinbare Entfernung“ auf die „wahre“, welche ſich, auseinandergeſetztermaßen, auch auf die Mittelpuncte bezieht, reduciren zu können.

*** Die Entkleidung der unmittelbar gemeßnen Diſtanzen von den, dieſelben afficirenden Einflüſſen der Parallaxe und Refraction iſt nämlich, wie die folgende Rechnung noch augenſcheinlicher zeigt, der eigentliche Sinn des Ausdruckes von „Reduction auf den Mittelpunct der Erde“: ohne dieſe Einflüſſe, welche für die Verſchiedenheit der bezüglichen und demnach ſchließlich bloß noch mit der Angabe des Schiffskalenders zu vergleichenden (wahren) Abſtand der beiden Geſtirne zu erhalten. Die für dieſen Abſtand im Schiffskalender angeſetzte Zeit iſt ſodann die zugehörige Greenwicher wahre Zeit, welche, um es abermals und abermals hervorzuheben, zuſammengehalten mit der wahren Schiffszeit der Beobachtung, die Zeit- und damit die „Längen-“Differenz zwiſchen Greenwich und dem Schiffe, als die eigentliche Pointe der ganzen Unterſuchung, gewährt*.

Beobachtungsorte auf der Erdoberfläche ganz allein eine entſprechende Verſchiedenheit der Beobachtungsreſultate (der gemeßnen Geſtirn-Abſtände) veranlaſſen, würde jeder dieſer Beobachter im ſelbigen Momente auch die ſelbige Diſtanz meſſen, als wenn alle dieſe Beobachter aus demſelbigen Puncte (eben dem „Mittelpunct der Erde“) beobachteten. — Mit noch andern Worten: Ohne die Einflüſſe von Parallaxe und Refraction würden die Geſichtslinien von allen Puncten der Erdoberfläche nach den betrachteten Geſtirnen, unter ſich, und zugleich mit den aus dem Mittelpuncte der Erde dahin gedachten, parallel, und alſo auch alle von jenen Oberflächenpuncten ſowohl, als vom Mittelpuncte aus, gemeßnen Geſtirndiſtanzen einander gleich ſeyn, ſo daß es alſo wirklich nur der, wie ich oben ſage, Entkleidung der Diſtanzen von den ſie verſchieden afficirenden Einflüſſen der Parallaxe und Refraction bedarf, um ſie für gleiche Zeiten auch gleich groß zu finden.

* Seyen (Fig. 5. d. Tafel I. dieſes zweiten Bandes) M, S die, aus dem Mittelpuncte der Erde geſehenen Orte des Mondmittelpunctes (M) und des Fixſternes (S); ſo iſt alſo der Bogen MS der eigentlich geſuchte, als bekannt aber vorausgeſetzte, „wahre“ Diſtanz; — welche wird die zugehörige, von irgend einem Puncte der Erdoberfläche aus beobachtete ſcheinbare Diſtanz (der Mittelpuncte) ſeyn? (in dieſer Art kehre ich nämlich die Frage, zur Erleichterung um, und nenne die Vorſtellung,

Die erste Idee dieses sinnreichen Verfahrens zur Bestimmung der geographischen Länge (und zwar überhaupt: denn man sieht leicht, daß dasselbe auf dem festen Lande, wo man sich, auseinandergesetztermaßen, nur anders zu helfen weiß, nicht weniger Anwendung findet) scheint ein Nürnberger Mathematiker Johann Werner gehabt zu haben: er entwickelt dasselbe in seinen,

wohl zu merken, hier „Correctionen" die zu dieser Herleitung des „Scheinbaren" aus dem „Wahren" erforderlichen Aenderungen). Die der (vergl. oben) gemeßnen Höhe des Sterns entsprechende (durch die Höhe gegebene) Refraction hebt den Stern in seinem Vertical, von S nach s, und ändert jene wahre Distanz MS zunächst in Ms um. Macht man Mk = MS, und zieht Sk (also senkrecht) auf Ms, so wird die daher rührende (erste) „Correction" (MS − Ms) = − ks = − Ss . sin sSk = Ss . cos sSM = Refraction des Sterns . cos sSM, und man hat demnach MS = Ms − ks = Ms + Refraction des Sterns . cos sSM.

Gleichergestalt hebt die Refraction den Mond- (mittelpunct) von M nach m, und bringt die durch jene „erste Correction" erzeugte Distanz Ms somit auf ms. Macht man, wie voranstehend, sn = sM, und zieht in derselben Weise Mn (also wieder senkrecht) auf sn, so wird die nun hieraus entspringende (zweite) „Correction" (Ms − ms) = mn = mM . sin mMn = mM . cos sMm = Refraction des Mondes . cos sMm; und man erhält demnach Ms = ms + mn = ms + Refraction des Mondes . cos sMm, und, wenn man diesen letzteren Werth von Ms in den obigen Ausdrucke für MS substituirt, sodann MS = ms + Refract. d. Sterns . cos sSM + Refr. d. Mondes . cos sMm. Dieß sind die Einflüsse der „Refraction". — Die („Höhen-") Parallaxe des Mondes (der Fixstern hat bekanntlich keine Parallaxe) erniedriget dieses Gestirn dagegen in seinem Vertical, welche Erniedrigung durch mp als fernere „Correction" ausgedrückt seyn soll; — und durch diese (dritte und letzte) „Correction" wird die „wahre" Distanz endlich in die scheinbare ps verwandelt, wie sie sich dem Beobachter wirklich darstellt. Macht man aber hier nun sr = sm, und zieht die daher auf sp senkrechte mr, so wird diese letzte „Correction" (ms − ps) = − pr = − pm . cos mpr = − Höhen-Parallaxe des Mondes . cos mpr: man erhält mithin ms = ps − pr = ps − Höhen-Parall. d. Mondes . cos mpr; und substituirt man jetzt diesen Werth von ms in den obigen MS, so folgt MS = ps − Höhen-Parall. d. Mondes . cos mpr + Refr. d. Sterns . cos sSM + Refr. d. Mondes . cos sMm. Da nun ferner sehr nahe (wäre der Triangel, statt sphärisch, eben, sogar genau), Winkel sSM = Winkel Zsp, nämlich = dem (aus den drei beobachteten Seiten des Triangels Zs, Zp, ps, abgeleiteten) Winkel am Sterne s, und eben so Winkel sMm = dem Winkel spZ = dem (eben so abgeleiteten) Winkel am Monde: so ergibt sich denn die auf diesem indirecten Wege gesuchte Relation zwischen wahrer und scheinbarer Distanz durch den Ausdruck: Wahre Distanz = MS = scheinbar. Distanz (ps) + Refract. d. Mondes . cos Winkel am Monde − Höhen-Parallaxe d. Mondes . cos Winkel am Monde + Refract. d. Sterns . cos Winkel am Sterne . = scheinbare Distanz + Refract. d. Sterns . cos Winkel am Sterne − (Höhen-Parallaxe − Refract. d. Mondes) . cos Winkel am Monde. Um diese Formel hiernächst auch noch durch ein numerisches Beispiel, welches ich bei'm Lalande („Astronomie." §. 3982.) antreffe, zu verificiren, nehme ich mit ihm an, man habe am 26ten Mai 1754, bei (schon ermittelter) südlicher Breite = 35° 28′, und zu der (ebenfalls schon ermittelten) wahren Zeit von 8h 45′ 20″ Abends, den Abstand des Regulus vom erleuchteten Mondrande beobachtet, und nach der Beziehung auf den Mondmittelpunct, die daraus folgende scheinbare Entfernung des letztern vom Sterne (das ps unserer Figur) = 24° 56′ gefunden, und wolle daraus also die wahre Entfernung (MS) herleiten. Die Höhe des Mondes war

1519 herausgekommenen „Anmerkungen über das erſte Buch von Ptolemäus Geographie“ * Peter Bienewitz (mit ſeinem lateiniſchen Namen Apianus), ein ſächſiſcher Aſtronom des 16ten Jahrhunderts, in ſeinem „Cosmographicus liber“ (mehrere Ausgaben beſonders Ingolſtadt. 1624. Fol.), unſer Kepler (in mehreren ſeiner Schriften) u. A. m. erwähnen dieſe Methode der geographiſchen Längenbeſtimmung ebenfalls; allein es fehlte damals zu ihrer praktiſchen Ausführung noch gleich ſehr an einer hinreichend genauen Kenntniß der Bewegung des Mondes, um ſeinen jederzeitigen Himmelsort unter den, ihrer Länge und Breite nach, auch nicht zuverläßig genug beſtimmten Fixſternen, anzugeben, als an guten Winkelmeßinſtrumenten, beſonders für den Schiffsgebrauch. Zum Theil halfen das Fixſtern-Verzeichniß (vergl. d. A. S. 573.) des (im nämlichen A. angeführten) Engliſchen Aſtronomen Flamſtead, und die vortreffliche Erfindung des Halley'ſchen Spiegel-Quadranten (deſſentwegen ich ſchon oben auf den gleichnamigen beſondern

= 5° 53′, des Sterns = 24° 55′, und der Zenithabſtand des erſteren (p Z) alſo = 84° 7′, des letzteren (s Z) = 65° 5′, welche beiden Seiten mit der obigen dritten (p s) von 24° 56′, den Triangel p s Z bilden, in welchem man aus dieſen drei bekannten Stücken den Winkel am Monde (Z p s) = 38° 28′, am Sterne (Z s p) = 136° 58′ berechnet. Hieraus ergibt ſich ſodann die Refractions-Correction, erſtens für den Stern = 1′ 32″, und zwar hier negativ, indem der Winkel am Sterne ſtumpf und ſein (vergl. d. obige Formel) Coſinus alſo auch negativ iſt; für den Mond zweitens wird dieſe Correction = + 7′ 3″. Die „Horizontal-Parallaxe des Mondes betrug zur Zeit der Beobachtung 58′ 2″; multiplicirt man ſie, zur vorherigen Verwandlung in die Höhen-Parallaxe, mit dem Coſinus der (obigen) ſcheinbaren Mondhöhe, und (vergl. wieder den obigen Formel-Ausdruck) mit dem Coſinus des Winkels am Monde, ſo findet ſich die daher rührende Correction = − 45′ 11″; und dieß iſt alſo die dritte (und letzte) der anzubringenden Correctionen. Demgemäß wird denn: die wahre Diſtanz = 24° 56′ (nämlich obige ſcheinbare) − 1′ 32″ + 7′ 3″ − 45′ 11″ = 24° 16′ 20″: ſo groß folgt ſie aus der, den 26ten Mai 1754, um 8h 45′ 20″ Abends wahrer Schiffszeit angeſtellten Beobachtung und darnach ausgeführten Rechnung; — welche wahre Zeit war, ſelbigen Tages, unter dem Pariſer Meridian, als die für ihn geführte Rechnung die nämliche Diſtanz ergab? Die Tafeln für den Pariſer Meridian geben die, alſo ebenfalls auf den Mittelp. d. Erde bezogene, Diſtanz des Mondmittelpunctes vom Regulus für dieſen Tag, um 7 Uhr Abends = 24° 30′ 37″, und 1 Stunde ſpäter (8 Uhr Abends) . . = 23° 56′ 39″,

ſo daß die Abnahme auf dieſe 1 Stunde alſo betrug = 33′ 58″.

Hieraus folgt, Behufs der vorn erwähnten „Interpolation“, auf welche ich dieſes rechnende Beiſpiel gern auch gleich ausdehnen wollte, die Proportion;

33′ 58″ Diſtanz-Abnahme : 1 Stunde Zeit-Zunahme = (24° 30′ 37″ − 24° 16′ 20 =) 14′ 17″ : 25′ 14″, welche der Pariſer Zeit der 7h Abends hinzugerechnet . . . . 7h 25′ 14″, als die wahre Zeit bringen, zu welcher für Paris die gleiche Monddiſtanz wie für das Schiff Statt hatte. Auf letzterem war es aber damals ſchon . . 8h 45′ 20″,

ſo daß ſich daſſelbe in Zeit 1h 20′ 6″ öſtlich von dem Pariſer Meridian befand, und ſeine öſtliche „Länge“ von dieſem Meridian demnach (1 Stunde 15°, 1 Minute 15′, 1 Secunde 15″) 20° 1′ 30″ betrug, welche, mit Zuziehung der obigen ſüdlichen Breite von 35° 28′, den geographiſchen Schiffsort vollkommen beſtimmen, deſſen eigene Aufſuchung in dieſer Art nach „Länge“ und Breite, auf der Charte, als die kleinere Mühe, ich, nach dieſer meiner mühſamen Auseinanderſetzung des etwas verwickelten wahren Sachverhältniſſes, nunmehr den Leſern ſelbſt überlaſſe.

* Den eigentlichen Titel dieſes Werkes finde ich in meinen Notizen nicht.

Art. verwiesen habe), diesem Mangel ab; und richtige Mondtafeln, anderntheils, lieferte endlich (vergl. unten) im Jahre 1755 (verbessert 1760, und nachmals öfter) der große und unermüdliche Göttinger Astronom Tobias Mayer* auch, so daß der Verwirklichung des schönen Gedankens also weitere Hindernisse nun nicht mehr im Wege standen.

Aus diesen Tafeln ließ sich nämlich mit der erforderten hinreichenden Genauigkeit finden, wie weit abstehend einem im Mittelpunct der Erde angenommenen Beobachter der Mondmittelpunct zu jeder London'er Zeit (nach welcher Mayer rechnet) von der Sonne (ihrem Mittelpuncte) oder den bekanntesten Fixsternen erscheinen muß°. Der uns schon aus früheren A. A. bekannte Englische Hof-Astronom Maskelyne prüfte Mayer's Tafeln besonders auf einer Reise nach St. Helena, indem Er (wie Er sich in seinem „The british Mariner's Guide." London. 1767. 4. und nachher öfter, darüber ausdrückt, nach unserer obigen Anweisung) „zur See dergleichen Abstände mit dem Hadley'schen Octantenmaß, und dieselben vermittelst der zugleich gemeßnen Höhen des Monds und Sterns, ebenfalls auf den Mittelpunct der Erde reducirte, wonächst sich durch Vergleichung mit diesen Tafeln also die London'er Zeit und aus deren Zusammenhaltung mit der Zeit auf dem Schiffe (oder überhaupt an jedem andern beliebigen Orte) der Unterschied der Längen ergeben mußte" (und demgemäß sich also, bei Anwendung dieser Methode an Orten von schon bekannter Länge, die Zuverläßigkeit der Tafeln beurtheilen ließ); er empfahl sie, auf Grund dieser Prüfung, hernach dringend, und hat sie, angeführtermaßen, auch für den „Nautical Almanac" (der von Mayer angewendeten London'er-Greenwicher Zeit substituirend) benützt. Die Englische „Commission der Meereslänge" trug aber schon 1766 Sorge dafür, die dabei nöthigen Reductionen und Rechnungen durch Hilfstabellen: „Tables for correcting the apparent distance of the moon and a star from *the effects of refraction and parallax*, published by order of the Commissioners of Longitude" (London, Nourle; und Paris, Desaint) für den gewöhnlichen Seemann zu erleichtern,

* **Tobias Mayer**, unter dessen mannichfachen übrigen Verdiensten diese Bemühungen um die Mondstheorie Behufs der Erfindung der Meereslänge, doch eine so hohe Stelle einnehmen, daß ich die biographischen Notizen über den ausgezeichneten Gelehrten hierher verwiesen habe, erblickte das Licht der Welt im Jahre 1723 zu Marbach im Würtemberg'schen, wuchs in Dürftigkeit auf, und bildete sich nur durch Privatfleiß zum außerordentlichen Mathematiker. Schon seine erste öffentliche Leistung: „Allgemeine Methode zur Auflösung geometrischer Probleme." Eßlingen. 1744. 8. zog die Aufmerksamkeit so sehr auf Ihn, daß er in die Homann'sche Officin nach Nürnberg gerufen wurde, wo Er sich durch Verbesserung der Landcharten ein besonderes Verdienst erwarb. 1750 erhielt Er die Vocation als Professor der Mathematik nach Göttingen. Um diese Zeit beschäftigte eben unser Problem der „Meereslänge", für dessen Auflösung, namentlich durch genauere Mondtafeln, das Englische Parlament einen Preis von bis 20000 Pfund Sterling ausgesetzt hatte, die Astronomen. Mayer überwand alle Schwierigkeiten, und gab (vergl. oben) „Tabulae motuum Solis et Lunae" (spätere Ausgabe: London. 1770. 4.), welche seinen Namen unsterblich gemacht haben. Er starb aber bereits 1762; und erst seine Erben erhielten einen Theil des angeführten Preises, nämlich 3000 Pfund. — In Verbindung mit diesen Tafeln steht die „Theoria Lunae juxta Systema Newtonianum" (auch: London. 1767. 4.); und aus den hinterlassenen Manuscripten dieses großen Mannes, welche auf dem Observatorium zu Göttingen verwahrt werden, hat Lichtenberg die schon öfter von uns citirten „Opera inedita" (Gött. 1774. Fol.) herausgegeben.

° D. h. also, um es, mit Bezug auf das Vorhergehende, nochmals einzuschärfen, wie groß sich diese Abstände, nach „Entkleidung von den Einflüssen der Parallaxe und Refraction" zeigen müssen.

und daraus eine Art von bloßem Routine-Verfahren zu machen.

Außerdem haben ſich, bei der ſchon hervorgehobenen, aber auch ohnedieß in die Augen ſpringenden, unendlichen praktiſchen Wichtigkeit dieſer Aufgabe der Erfindung der „Meereslänge", eine Menge von Geometern: Euler, Borda, Legendre, Delambre u. ſ. w. um elegante Methoden der Auflöſung bemühet; das von mir eben angewendete Verfahren, welchem Lalande wegen ſeiner Einfachheit, wiewohl daſſelbe doch auch immer noch Rechnung genug fordert, einen Vorzug einräumt, rührt von dem uns mehrfach bekannt gewordenen franzöſiſchen Aſtronomen des vorigen Jahrhunderts, Lacaille her. In der ganzen heutigen Verfeinerung trägt die Behandlung unſeres Problems der vorn angeführte franzöſiſche Seemann de Roſſel in dem erwähnten „Traité de Navigation" vor, gleichwie ſich daſſelbe natürlich in allen Lehrbüchern der Schiffahrtskunde und Steuermannskunſt (vergl. beide A. A.) mehr oder weniger ausführlich behandelt findet. Eine eigene Schrift darüber beſitzt man von Reinke: „Anweiſung, aus beobachteten Diſtanzen des Mondes von der Sonne oder einem Fixſterne die geographiſche Länge zu finden." Hamburg. 1803. 8. Ueber ein graphiſches Verfahren, auf welches ich hier nicht weiter eingehe, verbreitet ſich hinreichend Bode (der verewigte Berliner Hofaſtronom): „Erläuterung der Sternkunde." 3te Aufl. Berlin. 1808. 2 B. 8. II. 435 flgd. Das vollſtändigſte „Verzeichniß geographiſcher Ortsbeſtimmungen" nach „Länge" und „Breite" aber endlich hat C. L. von Littrow (der wackre Sohn des viel citirten Wiener Aſtronomen) ganz kürzlich (1844) bei Schwickert in Leipzig (gr. 8.) erſcheinen laſſen.

Länge, heliocentriſche, ſ. **Heliocentriſch** und **Länge der Geſtirne.**

Länge, jovicentriſche, ſ. **Jovicentriſch.**

Länge, ſelenographiſche; Longitudo selenographica; *Longitude sélénographique.* Man bezeichnet mit dieſem Worte (wie auch ſchon deſſen bekannte Etymologie lehrt) daſſelbe für die Oberfläche des Mondes unſerer Erde, was für dieſe ſelbſt oben durch „geographiſche Länge" ausgedrückt worden iſt. Für den Mond (vergl. d. beſondern, ausführlichen A.) nämlich heißen, ganz wie für die Erdkugel, die Endpuncte der Rotationsaxe die Pole, und der von denſelben gleichweit abſtehende größte Kreis der (Mond-) Aequator; durch denjenigen Punct des letzteren aber, welcher (bei mittlerer Libration*) das Centrum der Mondſcheibe einnimmt, zieht man den erſten oder Haupt-Meridian (welcher alſo, in Betracht der nämlichen Willkühr, etwann Das abgeben würde, was — vergl. d. vorangehend. A. — für uns der Meridian von Ferro iſt), und entwirft hiernach in einer Mondcharte, welche man der teleſkopiſchen (den darzuſtellenden Gegenſtand — vergl. Fernrohr, S. 439. — umkehrenden) Anſicht gemäß darſtellen will, die öſtlichen Meridiane (ſtatt ſonſt links, vielmehr) rechts und die weſtlichen alſo links. Bis zum Mondrande werden demgemäß, von jenem Centrum an, auf jeder Seite,

* Der Mond wendet bei ſeinem Umlaufe um die Erde letzterer ſtets faſt genau dieſelbe Seite (Halbkugel) zu, dergeſtalt, daß uns dabei nur durch ein gewiſſes „Schwanken" („Libratio"), worüber ſich das Nähere in den A. A. Mond und Schwanken des Mondes findet, bald öſtlich, bald weſtlich, bald nördlich, bald ſüdlich, kleinere oder größere Randſtreifen, oder aber Flächenſtücke der (Mond-) Polarzonen von der abgekehrten (hintern) Seite (Halbkugel) zu Geſicht kommen. Mit dem obigen Ausdrucke „mittlere Libration" iſt nun eine ſolche Stellung der Mondkugel gemeint, in welcher ſie ſich, wenn keinerlei Schwankung Statt hätte, immer befinden würde, und welche alſo das Mittel zwiſchen den Extremen der Schwankungen hält; — und auf dieſe Stellung der Mondkugel ſoll demnach das Centrum der Kreisſcheibe, als welche ſie uns erſcheint, gleichwie der durch daſſelbe zu legende erſte Meridian, bezogen werden.

längs des Aequators oder seiner Parallelen, 90° der „Länge“ gezählt (nicht weiter, da uns — vergl. d. Anmerk. — die andere Mondhalbkugel stets abgewendet und also unsichtbar bleibt). Ein solcher (Mond-) „Längen“grad hält auf dem (Mond-) Aequator (von etwann 1440 Meilen Umfange) selbst $\left(\frac{1440}{360} =\right)$ 4 = (statt auf der soviel größeren Erdkugel bekanntlich 15 =) Meilen; der, ganz wie bei uns, auf dem (Mond-) Meridian zu zählende (Mond-) Breitengrad unterscheidet sich davon, wegen der fast vollkommnen Kugelgestalt des Mondkörpers, nur unmerklich; — und dieß ist also der Begriff der „selenographischen Länge“ (und „Breite“), so viel davon zur Wort-Erklärung hierher gehört. Das Weitere, wie gesagt, in den citirten A. A.

Landcharte; Mappa geographica, *Mappe géographique.* Man versteht darunter die Darstellung eines Theiles der Erd*oberfläche auf einer Ebene. Da aber der Erdkörper (vergl. Erde) eine Kugelgestalt besitzt, so kann eine solche Darstellung auf einer Ebene natürlich nie der wahren gegenseitigen Lage der Puncte auf der Kugelfläche ganz vollkommen entsprechen; und die verschiedenen Arten, Landcharten zu entwerfen, haben daher nur den Zweck, die Aehnlichkeit so weit als möglich zu treiben. In welcher Art die Aufgabe dieser Entwerfung gelöst werden mag, so findet dabei (vergl. den in d. Anmerk. aufgestellten Gesichtspunct) doch immer ein gewisser astronomischer Bezug, namentlich auf die vorangehenden Betrachtungen über Länge (geographische, gleichwie über Breite) Statt, und ich werde also, wieviel auch der eigentlichen Geographie überlassen bleiben muß, hier doch in einiges Detail über „Landcharten“ einzugehen haben.

Am besten werden sich aber jene verschiedenen Arten der „Landcharten“ in drei Abtheilungen bringen lassen: 1. in solche, welche sich auf sehr kleine oder auch nur mäßig große Theile der Erdoberfläche beziehen; 2. in Darstellungen (ganzer Welttheile, oder aber besonders einer ganzen Halbkugel (Planiglobien); und 3. in diejenigen, welche, besonders Behufs der Seefahrten, eine abweichende eigene Einrichtung haben müssen.

Ist also 1. und zuvörderst von dergleichen kleineren Theilen der Erd- oder Meeresoberfläche die Rede, welche bloß einige Meilen oder wenige Grade fassen, wie z. B. von einzelnen Provinzen, Landschaften, Seen, Meerbusen u. s. w., so läßt sich das betreffende kleine Stück der Erd-Kugeloberfläche ohne merklichen Fehler als eine vollkommne Ebene betrachten und ganz so auf der Ebene der Charte (des Papiers) verzeichnen*. Dergleichen „Special-“ (oder, wie

* Nach dem bloßen Wortsinne würden dergleichen Abbildungen von den Oberflächen des Mondes, der Planeten, nicht weniger hierher gehören: unsere astronomischen Handbücher enthalten Abbildungen sowohl des Mondes, als auch z. B. des Jupiter, Saturn u. s. w. in der Ebene ihres Papieres; auf Mond-Charten namentlich wird mich d. Art Mond zurückführen. — Soweit hierbei aber von „Charten“ im astronomischen Sinne überhaupt die Rede ist, verweise ich auch noch auf den besondern Art Stern- (Himmels-) Charten, gleichwie rücksichtlich der Charten-Entwerfung, auf den allen diesen A. A. doch eigentlich immer verwandten Vortrag über Projectionen.

* **Mayer** (Professor der Mathematik zu Göttingen, der jetzt verewigte Sohn des in den vorangehenden A. A. erwähnten großen Astronomen Tobias Mayer) in der „Praktischen Geometrie“ (3te Aufl. Götting. 1802. 4 B. kl. 8. ich komme hinten auf eine spätere Aufl. des vierten B., von dem mir eben nur eine zweite vorliegt, zurück) III. 368. zeigt beispielsweise, daß zwei auf der Erdkugel, also im Bogen eines größten Kreises, 80 Meilen von einander entfernte Orte auf einer solchen Charten-Ebene nur um 0, 11 Meilen weiter aus einander zu liegen kommen, welches, wenn man auf letzterer jene 80 Meilen = 2 Fuß setzt (80 : 288 = 0, 11 :) $^3/_8$ Linien (noch nicht den 800ten Theil der 2 Fuß) austrägt, und

man sie, dieser Beziehung wegen, nennt, „Plan-“ auch „Platt-“) Charten sind leicht zu entwerfen. Man stellt nämlich, wie gesagt, ein solches kleines Kugelflächen-Stück (sphärisches Rechteck) als die vollkommne Ebene ABCD (Fig. 1. der Tafel II.) dar, welche von den zwei Parallelkreisbögen AB, CD, und den darauf senkrechten und daher unter sich ebenfalls parallelen Meridianbögen AC, BD begrenzt ist *: diese kleinen Bögen werden hier also zu geraden Linien, und schließen die ganze Charte als Seiten eines rechtwinkligen Vierecks ein. Sodann theilt man die Seiten AC, BD (die Meridian-Bögen) in gleiche, für Minuten eines größten Kreises anzunehmende Theile (in unserer Figur faßt jede dieser beiden Seiten 1 Grad [den Breitengrad 51° — 52°], und also 60 solcher Minutentheile), gibt den Theilen von AB und CD (der Parallelkreis-Bögen) diejenige Größe, welche den Minuten dieser Parallelkreise unter den Breiten A und B zukommt, und welche durch die Formel: Grad (oder Minute) des Parallels = Grad (Minute) d. Merid. cos. Breite **, bestimmt wird, trägt die Theile von also gefundener Größe (die Minuten des Parallels) aus dem Mittel F und E zu beiden Seiten fort, und zieht nun, wie die Figur am deutlichsten zeigt, von einem Ende der Charte zum andern, in gleichen Abständen von einander (im vorliegenden Falle von 10 zu 10 Meridian- und 20 zu 20 [der kleineren] Minuten des Grenz-Parallels *) fernere Parallele (horizontal)

also ganz unmerklich ist. — Man kann hiernach ermessen, welche Freiheiten sich die praktische Geographie bei ihrer Charten-Verzeichnung nehmen darf; ich komme gleich darauf zurück.

* Vergl. wegen ihrer respectiven Lage, in Bezug auf die Weltgegenden, hinten. Gleich hebe ich die, in Charten so kleiner Erdkugeloberflächen-Stücke zulässige parallele Darstellung der sonst convergirenden Meridiane hervor, auf welche Art der Darstellung wir, freilich unter sehr veränderten Bedingungen, später bei Betrachtung der Seecharten zurückgeführt werden.

** Die Parallelkreise nehmen vom Aequator nach den Polen hin, an Größe ab, wogegen die Meridiane stets gleich groß bleiben: jene enthalten also, bei derselben Länge (in derselben linearen Ausdehnung), mehr Bogen-Minuten als diese. Zieht man zum Endpuncte des Halbmessers eines Parallelkreises den Kugel- (Meridian-) Radius, und verbindet die Mittelpunkt-

dieses Parallelkreises und der Kugel durch eine Gerade, so hat man im entstehenden ebenen rechtwinkligen Dreiecke auf den ersten Blick 1 : cos Breite = Kugel-Radius: Halbmesser des Parallelkreises, oder, da sich die Peripherien eben so verhalten 1 : cos Breite = Meridian : Parallelkreis, 1 : cos Breite = $\frac{\text{Meridian}}{360}$: $\frac{\text{Parallelkreis}}{360}$, welches unsere obige Formel ist, die ich also, auch ohne Hülfe einer Figur, hierdurch zur Anschauung gebracht haben werde.

* Streng genommen sollte, der eben vorgeschriebnen Formel gemäß, in unserm Falle jede Minute des Parallels AB (angegebene Breite von 51°) = 1 Meridianminute cos 51° = 1 . 0,6293204, und von CD (Breite 52°) = 1 . cos 52° = 0,6156615 seyn, eine Genauigkeit, welche offenbar nur bei einem außerordentlich großen Maßstabe zu erreichen gewesen wäre, daher man die Theile auf AB den Theilen auf CD gleich nimmt. — Bezieht sich die Charte auf Gegenden in der Nähe des Aequators, wo die Parallelkreise an linearer Größe wenig von den (dem letztern gleichen) Meridiane unterschieden sind, so kann man die Grade, Minuten u. s. w. auf ihnen beiden selbst auch den Graden, Minuten des Meridians gleich setzen; dagegen ist z. B. unter 60° Breite der Grad (die Minute) des Parallels (indem cos 60° = sin 30° = 1/2) nur noch halb so groß als im größten Kreise (nur 1/2 . 15 = 7 1/2 Meilen); — und für das oben vorkommende Parallel von Leipzig (Breite 51° 19′ 41″) wird der Grad also = 15 . cos 51° 19′ 41″ = 15 . 0,6248604 = 9,372906 Meilen gefunden. Ich gebe dieß Zahlendetail, mit Bezug auf die vorausgehende Anmerk. besonders auch deßwegen, damit sich die Leser selbst ein noch näheres

und (darauf senkrechte) Meridiane, wodurch unsere Charte ihr gitterartiges Ansehen erhält, oder sich, wie der Geograph sagt, mit ihrem „Netze“ („Roste“) von lauter gleichen Oblongen bedeckt findet. Sind jetzt die geographischen Längen und Breiten (Benennungen, auf deren Ursprung ich unten zurückkomme) der auf derselben einzutragenden Orte, z. B.

	Länge:	Breite:
für Leipzig	30° 0′ 0″	= 51° 19′ 41″,
für Wittenberg	30° 13′ 30″	= 51° 43′ 10″

bekannt, so zählt man jene Längen nach den (wie gesagt, gleich angenommenen) Theilen der Parallelkreise (A B und C D), die Breiten auf den Meridianen (A C und B D) ab, und zieht die (in der Figur punctirten) Verbindungslinien, deren Durchschnittspuncte L und W die Stellen der Orte selbst geben. Der gegenseitige Abstand L W der beiden Orte kann alsdann nach Theilen der Seite A C (oder B D), in welcher $^1/_{15}$ Grad (= 4 Minuten) 1 geographische Meile austrägt, gemessen werden; und wenn zugleich die Meilen-Entfernung und die bezügliche Weltgegend-Richtung eines dritten Ortes H von den beiden ersteren bekannt, wenn z. B. Halle von Leipzig $4^1/_2$, von Wittenberg $7^1/_2$ geographische Meilen gelegen ist: so läßt sich nun aus den damit gegebenen drei Seiten des Triangels L W H, der Winkel an W, und, mit Bezug auf jene Richtung, also die Stelle von H (Halle) auf der Charte angeben; — und man kann den Ort in das entsprechende „Fach des Gitters“ (in die Masche des „Netzes“) eintragen (das entsprechende Fach bestimmen), welche nähere Bestimmung für die Praxis eine Hauptsache der ganzen Operation abgibt. Dabei kommt, was diese Weltgegenden betrifft, einer uralten Gewohnheit gemäß, wenn man die Charte gerade vor sich hat, Norden oben, Süden unten, Osten rechts, Westen links zu stehen, aus welchem, oben, mit Verweisung hierher, nur angedeuteten, Grunde die Charte eben nord- und südwärts durch einen Parallelkreis-, ost- und westwärts aber durch einen Meridian-Bogen begrenzt wird.

Dieß Verfahren reicht demnach bei Verzeichnung kleiner Erdoberflächen-Stücke vollkommen aus; auf größere solche Stücke hiernächst aber, und wo der Einfluß der Kugelgestalt also merklicher wird, auf ganze Reiche z. B. auf Charten von ganz Deutschland, Frankreich u. s. w. findet es natürlich keine weitere Anwendung; und man bedient sich dann, zur Bewahrung der „Aehnlichkeit“, anderer und sehr verschiedener Mittel. Worauf kommt es indeß, aller dieser Verschiedenartigkeit ohnerachtet, hierbei wesentlich doch stets wieder an? Man betrachte, zur Beantwortung dieser Frage, eins oder das andere der oben genannten Länder auf der wirklichen Globuskugel, so wird man dasselbe begreiflich immer zwischen zwei, seine äußersten nördlichen und südlichen Grenzpuncte berührenden Parallkreise, und zwei, eben so, östlich und westlich gezogene, ihrer Natur gemäß aber convergirende Meridiane eingeschlossen finden: das betreffende Land gibt also allemal ein in dieser Art begrenztes Stück einer Kugel-“Zone“ (eines zwischen zwei Parallelkreisen enthaltenen Kugeloberflächen-Streifens) ab; es ist (indem die Meridiane von allen Parallelkreisen unter rechten Winkeln geschnitten werden) ein sphärisches Rechteck (von kugliger Oberfläche); — und dieses sphärische Rechteck soll man nach unserer Forderung, also möglichst ähnlich auf der Ebene der Charte darstellen. Das gewöhnliche Verfahren dabei ist dasjenige, welchem im Allgemeinen (auf specielle Modificationen komme ich unten) die Vorstellung der conischen Abwicklung (Evolutio conica: *Développement conique*) zu Grunde liegt. Man betrachtet nämlich die gegebene „Kugel-Zone als eine Kegel-Zone, als Oberflächen-Streifen eines (vergl. hinten) zwischen den beigen Grenz-Parallelkreisen enthaltenen oder auch den mittleren Parallelkreis berührenden *, abgekürzten Kegels,

Urtheil über den Unterschied zwischen der Theorie und Praxis der Charten-Construction bilden können.

* Puissant (Französischer Geometer der Jetztzeit) „Traité de Topographie“

demgemäß bei „Abwicklung“ eines ſolchen (ganzen) Streifens (oder auch nur eines Stückes davon) eine Ebene kommt, in welcher ſich die Parallelen als concentriſche, aus der Spitze des (vollendeten) Kegels beſchriebene, und derſelben alſo ihre Concavität zukehrende Kreisbögen, die mit der Seite des Kegels zuſammenfallenden Meridiane aber als nach dieſer Spitze hin convergirende gerade Linien darſtellen*; — und in dieſer Art finden meine Leſer die Ihnen gewöhnlich vorkommenden Atlas-Charten eines oder des andern ganzen Landes, mit ihren augenſcheinlich convergirenden geradlinigen Meridianen und Parallelbögen, conſtruirt. Das allgemeine Princip dieſer Landcharten-Conſtruction iſt demnach, wie geſagt, die Vergleichung einer „Kugel-Zone“ mit einer ihr nahe gleichen „Kegel-Zone“, wobei aber, wie ich eben auch bevorwortet habe, noch mancherlei Modificationen angewendet werden können. So beſchreibt der Engliſche Geometer des vorigen Jahrhunderts Murdoch eine Methode*, bei welcher die Kegel-Zone, die Kugel-Zone, ſtatt ſie wie vorhin zu berühren, dergeſtalt (innerlich) ſchneidet (theils „in-, theils umſchrieben“ iſt, wie ich den Fall ſchon in der Anmerk. erwähne), daß beide an Flächen-Inhalte genau gleich werden, worüber ſich das Detail, welches mich hier zu weit führen würde, in dem ſchon oben citirten 4ten Bande von Mayer's „Praktiſche Geometrie“ (2. Aufl.) S. 304. flgd. findet. Bei der (ganzen oder „ſtück-“ weiſen) Ausbreitung dieſer oder jener Kegel-Zone in eine Ebene, d. h. alſo zur Charte, wird die letztere aber immer wieder durch ein, von den ſich mit den Parallelen rechtwinklich ſchneidenden Meridianen gebildetes „Netz“ bedeckt, deſſen einzelne Abtheilungen (Fächer), jedoch wegen der hier nun Statt findenden Convergenz dieſer Meridiane, nicht mehr wie bei der vorigen Entwerfung, Oblongen, ſondern vielmehr Trapeze werden (und zwar iſt ein ſolches Trapez ein ſogenanntes „Trapezium isosceles“, d. h. in welchem zwei Seiten parallel, und die beiden andern gleich ſind), deren beide parallele Seiten aus Kreisbögen beſtehen**, in welche Trapeze die Ein-

(2te Aufl. Paris, 1820. 4.) S. 99. „*Du développement conique*“: „Pour représenter sur un *plan* une *Zone sphérique* d'une pas trop grande largeur, on peut la considérer comme se confondant sensiblement avec la surface d'un *cône tronqué*. Alors dans le *développement* de cette surface, les *parallèles* deviennent des (arcs de) *cercles* décrits du Sommet du cône pris pour centre, et les *méridiens* sont des *droites* passant toutes par ce point. Ce cône peut être *tangent* à la zone sphérique que l'on considère, ou lui être *inscrit*, ou enfin lui être en partie *inscrit et circonscrit*“ (von welchen drei möglichen Fällen wir hier hauptſächlich den erſten, als den am gewöhnlichſten vorkommenden, den dritten aber nur mit Beziehung auf die oben ſogleich wenigſtens anzudeutende „Murdoch'ſche Methode“, betrachten).

* Man nehme, um ſich dieß noch auf andere Weiſe deutlich zu machen, eine, zwiſchen zwei, ſie nördlich und ſüdlich begrenzenden Parallelkreiſen enthaltene Globus- (Kugel-) Zone, ziehe durch ihre Mitte einen dritten Parallelkreis, und lege um dieſen, eine die Kugel-Zone alſo dort tangirende Kegel-Zone (einen, die Oberfläche des abgekürzten, der Kugel-Zone an Höhe gleichen, Kegels bildenden Streifen) und wickle dieſe Kegel-Zone hernach von der durch ſie tangirten Kugel-Zone ab; ſo wird man das oben angegebene Reſultat erhalten: jedes abgewickelte Parallel wird auf der Abwicklung ein Kreisbogen, deſſen Radius die bis an dieß Parallel genommene Seite des Kegels iſt.

* Die Leſer finden daher zuweilen auf ihren Charten „Nach Murdoch'ſcher Projection“, weßhalb ich dieſelbe im Texte eben auszeichne. — Eigentlich ſollte freilich auf jeder Charte das angewendete ſpecielle Zeichnungsverfahren ausdrücklich mit angegeben ſeyn, welches jedoch meiſtens nicht der Fall iſt, obwohl der bloße erſte Anblick wohl Zweifel darüber laſſen kann.

** In ſolche (gemiſchte, nämlich durch

tragung der verſchiedenen Orte, indeß übrigens ganz nach der vorherigen Art, ausgeführt wird. Begrenzt finden meine Leſer eine ſolche Charte eines ganzen Landes, gleichfalls wie in unſerer obigen Darſtellung (Fig. 2. der Tafel I.) einer bloßen Landſchaft, wieder rechts und links durch zwei, Behufs der Abzählung der, nach ihrer Länge und Breite einzutragenden Orte, in ihre Grade (Theile) getheilte, aber geradlinig dargeſtellte Meridian-, und oben und unten durch zwei auf letzteren ſenkrechte Parallelkreis-Bögen; und dieſe „Parallelkreis-Bögen“ ſind, auch wie in jenem erſteren Entwurfe, nach Maßgabe der, einem jeden von ihnen zugehörigen (geographiſchen) Breite, und mit Bezug auf jene Meridian-Theile, getheilt. Es iſt dabei nämlich wohl zu berückſichtigen, daß zwar bloß der, deßwegen vorn hervorgehobene, mittlere Parallelkreis der Kugel-Zone mit dem mittleren Kreiſe der ſie in demſelben tangirenden, umgeſchlungenen (enveloppirenden) Kegel-Zone genau zuſammenfällt, die ober- und unterhalb dieſes „mittleren“ Kreiſes fallenden Parallelen auf der Kegel-Zone aber die entſprechenden Parallelen auf der Kugel-Zone übertreffen, daß man jedoch nicht bedeutend irrt, wenn man auch die Parallelgrenzkreiſe der Kegel-Zone den Parallelgrenzkreiſen der Kugel-Zone gleich nimmt, und jeden von ihnen alſo zum Halbmeſſer den Coſinus ſeiner geographiſchen Breite gibt*. Nennt man demgemäß die geographiſche Breite desjenigen Parallels, welches die durch die Abwicklung (eines Stückes, eines „Trapezes“) der Kegel-Zone gebildete Charte unterwärts (ſüdlich) begrenzt, b, und des oberen (nördlichen) Grenz-Parallelkreiſes b + d, ſo kann man, ganz nach Art unſeres zuerſt angewendeten Verfahrens,

Grad jenes erſtern Parallels = Grad des Meridians . cos b,

und Grad des letzteren (des nördlichen) Parallels = Grad des Meridians . cos (b + d) ſetzen °; und das Maß, in

zwei parallele Kreisbögen [die Bögen der Parallelkreiſe] und die convergirenden geradlinigen Meridiane gebildete und daher nicht weniger rechtwinklige) „Trapeze“ verwandeln ſich demnach bei dieſer coniſchen Abwicklung die „ſphäriſchen Kugel-Rechtecke“; und da die Meridiane alſo auch ſenkrecht auf die Parallelkreiſe des Netzes zu ſtehen kommen: ſo fällt die Geſtalt des verzeichneten Landes hinreichend regelmäßig aus.

* Man muß hierbei ja ſorgfältig zwiſchen dieſen Halbmeſſern der Kugel-Parallelkreiſe ſelbſt, und den Halbmeſſern ihrer Abwicklung (développement) auf der Kegel-Zone unterſcheiden. Jene Parallelkreiſe auf der (Erd-) Kugel haben, wie oben gezeigt iſt, in der That die Coſinus ihrer reſp. geographiſchen Breite zu Halbmeſſern; bei der Abwicklung der Kegel-Zone aber werden die, jenen Parallelen entſprechenden Kreiſe auf ihr zu bloßen Bögen, deren Weite (Amplitudo; *Amplitude*) dem Umfang des ganzen abgewickelten Kreiſes gleich iſt, und welche, als ſolche, einem andern Kreiſe angehören, für den wir aber die bis zu ihm gerechnete Seite des (vollendeten) Kegels zum Halbmeſſer gefunden haben. So iſt z. B. der Halbmeſſer des mittleren Parallels ſelbſt (in welchem die Kegel-Zone alſo die Kugel-Zone tangirt) der Coſinus der geographiſchen Breite dieſes Parallels, der Halbmeſſer (des Kreiſes) der Abwicklung deſſelben (mittleren) Parallels aber, wie man bald findet, vielmehr die Cotangente der geographiſchen Breite, welche, gleich näher zu erwähnende, „Cotangente“ der bis zu dieſem Parallel genommenen Seite des Kegels gleich gefunden wird.

° Dieß heißt: Zeichnet man das „Netz“ eines abgekürzten Kegels, deſſen unterer Halbmeſſer = cos b, der obere = cos (b + d), ſo kann man daſſelbe (wenn d auch volle 10° beträgt), ohne merklichen Fehler, um (oder vielmehr an) eine Erdkugel-Zone legen (darauf beziehen), welche zwiſchen den beiden Parallelkreiſen von den reſp. geographiſchen Breiten b und b + d enthalten iſt. Der bekannte deutſche Mathematiker Käſtner („Geometr. Abhandlungen.“ Gött. 1791. 8. II. 10.) legt dieß Princip

welchem die Meridiane von den (größeren) Theilen des unteren Grenzstreifs unserer Charte ab, nach den (kleineren) Theilen des oberen hin convergiren, ist damit vollkommen bestimmt. In das „Netz" (in die verschiedenen Fächer, „Trapeze") auch einer solchen Charte, mit ihren convergirenden Meridianen, lassen sich aber nun die betreffenden verschiedenen Orte nach ihrer (geographischen) Länge und Breite ganz eben so, wie in unseren ersten Entwurf (vergl. nochmals die Fig. 1. Tafel II.) mit seinen parallelen Meridianen und seinen oblongen Fächern, eintragen: die Vergleichung irgend einer unserer gewöhnlichen Atlas-Charten unterstützt das hier Angeführte durch den Augenschein; und ich brauche daher nichts Weiteres über den Gegenstand hinzuzufügen*.

Die bis hierher angeführten Zeichnungsmethoden gingen, wie gesagt, bloß von dem Gesichtspuncte aus, gegebene Länder (Landschaften) der Erdkugel auf einer Ebene „Landcharte" so abzubilden, daß die Aehnlichkeit, namentlich das Entfernungsverhältniß, möglichst bewahrt werde. Für

der Construction sogar der berühmten, über volle 10 Breitengrade (von 45° — 55°) sich erstreckenden „Mappa *critica* Germaniae" des vorhin erwähnten Astronomen Tobias Mayer unter; und ich habe geglaubt, durch seine Darstellung (zumal da sie schon oben angewendet ist) die Vorstellung von der Sache zu begünstigen. Mayer selbst indeß (vergl. das schon citirte Werk des Sohnes, IV. 283.) nimmt bloß auf dem mittelsten Parallel (als dessen Abwicklungs-Radius wir in der voraufgehenden Anmerk. die Cotang. d. betreffenden geograph. Breite ermittelt haben) die Grade in jenem wahren Verhältnisse, und zieht von der Spitze des (vollendeten) Kegels die geradlinigen Meridiane (divergirend) durch die so entstandenen Theilstriche, dem zu Folge sich schon dadurch alle weitere Theilung der Charte (aller ihrer Parallele und also auch des obersten und untersten Grenzparallels) von selbst ergibt (und die Meridiane, wie ich bei Hinweisung auf den eigenen Anblick und die Vergleichung unserer Charten, eben so gern recht deutlich machen wollte, also umgekehrt von unten nach oben hin, in dem dergestalt bestimmten nämlichen Maße convergiren). — Die wirkliche praktische Ausführung dürfte, wenn man auch nur Rücksicht auf die unvermeidlichen Ausdehnungen und Zusammenziehungen des Papiers nimmt, indeß wenig wesentlichen Unterschied zwischen solchen, nur in dieser Art verschiedenen „Landcharten" bemerken lassen. — Gleichwohl füge ich für Leser, denen die obige Erklärung des Mayer'schen Verfahrens, bei seiner sonstigen, wenigstens principiellen Präcision und der damit verbundenen schönen Einfachheit, nicht ausführlich genug behandelt erscheinen sollte, noch Folgendes darüber hinzu.

Mayer zieht in der Mitte der Charte eine auf ihre untere Grenze (den geradlinig genommenen südlichsten

Parallelkreis) senkrechte, den Meridian dieser Mitte vorstellende Gerade, und bestimmt auf derselben den Punct der geograph. Breite seines mittleren Parallels. Mit der (demnach bekannten) Cotangente dieser (gegebenen) geographischen Breite (bei Beziehung auf den Erdkugel-Radius = 1), als der bis zu diesem mittleren Parallel gerechneten Seite des (vollendeten) Kegels beschreibt Er durch selbigen Punct den Abwicklungsbogen des in Rede stehenden „mittleren Parallels", und theilt nun weiter nichts als diesen einzigen Bogen nach der obigen Formel: Grad desselben Parallels = Grad d. Meridians . cos Breite, wonächst durch die wieder aus der Spitze des Kegels nach letzteren Theilstrichen gezogenen Meridiane, wie schon gleich vorn bemerkt ist, alle übrigen Parallelkreise zugleich mit getheilt werden. — Nach dieser, sämmtliche Bedingungen enthaltenden Vorschrift, kann man sich nun zur sinnlichen Unterstützung meines Vortrages, eine entsprechende Zeichnung leicht selbst entwerfen; der Leser gewinnt dabei, wenn Er hier letztere Bemühung allein übernimmt.

* Von der Anwendung der „stereographischen Horizontal-Projection" zu Charten auch nur solcher mäßig großen Theile der Erdoberfläche ist gleich unten die Rede.

2. ganze Welttheile, oder gar eine ganze Halbkugel, zu denen ich, unserer Eintheilung gemäß, jetzt übergehe, taugen jene Methoden, ihrem beschriebenen Verfahren gemäß, also offenbar nicht mehr, da die Schwierigkeit genauer Bewahrung der Aehnlichkeit und des Entfernungsverhältnisses, natürlich in dem Maße zunimmt, als das abzubildende Erdkugel-Oberflächenstück größer wird. Um indeß den angegebenen eigentlichen Zweck der Charten-Zeichnung, nämlich der so viel als möglich naturgemäßen Abbildung (anschaulichen Darstellung) auch solcher Stücke der Erd-Oberfläche zu erreichen, hat man perspectivische Entwerfungsarten, „Projectionen“ * gewählt, indem man das Auge (vergl. unten, zunächst) außerhalb der Erdkugel, in einer schicklichen Entfernung, z. B. in einer solchen annimmt, aus welcher eine ganze Halbkugel, als das größte auf Einmal übersichtliche Stück, auch also übersehen werden könnte. Wenn wir, um dieß durch einen allbekannten, bestimmten Fall zu erläutern, die uns zugewendete Mondhalbkugel betrachten, so erscheint sie uns, aus ihrer Entfernung, als eine Scheibe: wir werden, in dieser Entfernung, von der Kugelgestalt Nichts mehr gewahr; und ähnlichermaßen würde sich (vergl. d. A. Finsternisse, S. 485.) die Erd-Halbkugel einem Beobachter in der Mond-Entfernung darstellen: er würde diese Halbkugel als eine Kreisscheibe erblicken, gleichsam, als wenn dieselbe auf einer ebenen Tafel vollkommen platt gedrückt wäre. Wir wollen uns demgemäß, Fig. 2. unserer Kupfertafel II., das Auge O senkrecht und so hoch über der Erd-Halbkugel A C B vorstellen, daß die (in der Figur punctirt angedeuteten) Gesichtslinien aus

* Der Ausdruck ist zwar schon oben angewendet worden: ich habe z. B. von der Murdoch'schen „Projection“ gesprochen; eigentlich aber bedingt die „Projection“ (wie wir in diesem besondern Art. auch noch näher sehen werden) einen bestimmten Standpunct des Beobachters, und jene Anwendung, obwohl gebräuchlich, ist also doch nicht vollkommen zulässig.

den verschiedenen Halbkugelpuncten sämmtlich (wie sie sich auch in dieser Art gezeichnet finden) für parallel unter einander anzunehmen sind; so wird A B der Durchmesser der Kreisscheibe, zu welcher die Erd-Halbkugel (ganz nach dem obigen Mond-Halbkugel-Beispiele) „abgeplattet“ erschiene. Soll also nach dieser Weise eine Erd-Halbkugel auf einer Ebene, einer Tafel, welche man, da es sich, unserer Wort-Erklärung gemäß, hier um eine „Projection“ handelt, die „Projectionsebene“, „Projectionstafel“ nennt, entworfen werden; so hat man, und zwar ganz offenbar, nur durch den Grenzkreis der Halbkugel eine solche Tafel zu legen, und von jedem Halbkugel-Oberflächenpuncte eine Senkrechte auf die Tafel herabzulassen, durch welche der entsprechende Punct auf letzterer bezeichnet wird: man erhält dann eine „ebene“ Charte (Planisphaerium, Planiglobium; *Planiglobe* *) der Halbkugel. Eine solche Projection heißt, ihrer dieserartigen Entstehung durch gerade (ὀρθος) Linien ** wegen, eine „orthographische“; und ihr Entwerfungs-Princip ist leicht einzusehen. Die Grade erscheinen in dessen Gemäßheit nämlich auf der Projections- (Charten-) Ebene von c aus genommen, da (werden dahin gezeichnet), wo (vergl. unten), mit Beibehaltung derselben Richtung, die Sinus ihres Bogen-Abstandes von C hinfallen (z. B. der Kugel-Oberflächenpunct r liegt von C um den Bogen C r, sein Projectionspunct k von c um c k = sin C r ab; mit andern Worten): der Bogen C r z. B. hat zum Sinus augenscheinlich r n, welcher auf der Charte dem Abstande k c des Punctes k von c gleich ist; und der bloße Anblick der Figur zeigt

* Der Ausdruck „Mappemondes“ wird dagegen gewöhnlich nur von solchen Charten gebraucht, welche beide Halbkugeln auf Einem und demselben Blatte darstellen.

** Eigentlich nur vorzugsweis: denn der Charakter der Entwerfung durch „gerade“ von jedem Puncte der zu projectirenden Kugelfläche auf die Projections-Ebene gezogene Linien, ist ihr mit der gleich folgenden stereographischen Projection gemein.

dabei, daß demgemäß zwar die zunächst um C gelegenen Grade (Bögen), wegen ihres noch nicht zu großen Unterschiedes von den ihren Entwurf abgebenden Sinus (geraden Linien), eine gewisse Aehnlichkeit bewahren, daß aber die Randgrade nach A und B hin in der Projection äußerst klein ausfallen und also sehr undeutlich werden, welches den, diese Art von perspectivischer Entwerfung treffenden Hauptvorwurf ausmacht.

Ist inzwischen C ein Pol der Erdkugel, so erscheint auf einer solchen „orthographisch" gezeichneten Charte (die Leser finden dergleichen noch sehr häufig in ihren zumal ältern Atlassen) von der einen oder der andern Halbkugel, dieser Pol im Mittelpuncte (c), und der (Grenz-) Kreis des Aequators am Umfange; die Parallele des letzteren werden aus c concentrisch beschriebene Kreise, deren Abstand von c sich nach dem Cosinus der geographischen Breite richtet*; die Meridiane aber stellen sich als gerade Linien dar, welche nach C convergiren und an diesem „Projectionspuncte" die nämlichen Winkel wie die wirklichen Meridiane am Pole einschließen. — Die Anwendung hiervon auf andere Fälle, z. B. wenn der Punct C im Aequator angenommen wird, ist leicht gemacht; und ich halte mich bei dieser Art von Projection überhaupt nicht länger auf, da man ihr, des angeführten Nachtheiles wegen, großentheils die schon oben erwähnte „stereographische Horizontal-** Projection" vorzieht, welche, wie wir gleich näher sehen werden, zwar auch nichts Vollkommenes leistet, aber doch wenigstens eine mehrere Aehnlichkeit zwischen ihren Darstellungen und den zu projicirenden Erdkugel-Oberflächen-Theilen erreicht. Bei derselben denkt man sich nämlich, wenn zunächst wieder von Darstellung einer ganzen Halbkugel A C B (Fig. 3. der Tafel II.) die Rede ist, das Auge im Nadir (n; also doch auch außerhalb wenigstens der zu zeichnenden Halbkugel), welcher Punct, wofern man z. B. die Nordhalbkugel meinte, also der Südpol würde. Der Aequator B A gibt dann zugleich den wahren (vergl. d. Anmerk.) „Horizont" für den Nordpol ab; und seine Ebene wird die „Projectionsebene" (welche man sich durchsichtig denken kann), und auf welcher die, von den Oberflächen-Puncten H, I, K, L u. s. w. der zu „projicirenden" Halbkugel zum Auge in N laufenden Gesichtslinien H N, I N u. s. w., bei'm Durchgange, die entsprechenden Puncte h, i, k, l u. s. w. bezeichnen. Die Grade nehmen bei dieser „stereographischen Horizontal-Projection", auf B A vom Mittelpuncte c aus, nach den Rändern hin zu°, und zwar im Verhältnisse der Tangenten der halben Winkel oder Bögen, welche sich auf diese Puncte beziehen: der Bogen C P z. B. wird in der Projection ersichtlich durch c p ausgedrückt; c p ist aber (für N c als Radius) die Tangente von c N p = C N P, welcher letztere Winkel, als an der Peripherie liegend, der Hälfte des mit ihm auf demselben Bogen C P stehenden Winkels C c P am Centrum

* Die geograph. Breite des Erdoberflächen-Punctes r ist z. B. B r, davon der Cosinus (der Sinus des Abstandes vom Pole C) r n = c k den Halbmesser des Parallels jenes Punctes abgibt. Je näher nach B hin, um so größer werden daher diese Halbmesser (Cosinus) in der Projection; und für den Rest der zu projicirenden Halbkugel bleibt also nur der immer mehr schwindende Sinus versus (was der Cosinus vom Radius läßt), welcher Umstand eben den oben angeführten Mangel der „orthographischen Projection" veranlaßt.

** „stereographisch", weil sich die Darstellung auf etwas Körperliches (στερεος), nämlich auf den Erdkörper (wenigstens auf dessen Oberfläche), und „horizontal", weil sie sich, wie wir gleich näher sehen werden, auf den Horizont bezieht.

° Statt daß sie natürlich immer gleich unter sich bleiben sollten. Bei der orthographischen Projection hatten wir dagegen eine Abnahme der Größe der Grade nach dem Rande hin nachgewiesen, so daß sich der Nachtheil der stereographischen Projection, auf welchen ich hier zurückkommen wollte, also als die Umkehrung des obigen Fehlers darstellt, nur daß er, bevorworteter maßen, weniger auffallend wird.

gleich ist; — und nach dieser Vorschrift hat man also den Ort der, jedem Puncte der „stereographisch“ zu projicirenden Halbkugel-Oberfläche auf der Projections-Ebene (der Charte) zu bestimmen *.

Diese Projectionsmethode der Halbkugel wird, bevorwortetermaßen, von den Geographen, namentlich des vorigen Jahrhundertes, häufig auch auf Charten eines oder des andern Welttheiles, oder auch einzelner Länder angewendet (für welche letztere sie jetzt durch die oben beschriebene „conische Abwicklung“ meistens verdrängt ist): man stellt sich dann das Mittel des zu verzeichnenden Landes (des von diesem Lande eingenommenen Erdkugel-Oberflächenstückes) gleichsam als den Pol im vorigen Falle vor, zieht von dort einen Erddurchmesser, dessen unterster Punct wieder das Auge des Zeichners einnimmt, und setzt auf diesen Durchmesser, durch das Centrum der Erdkugel, senkrecht einen größten Kreis („wahren“ Horizont * des Mittels), welcher auch wieder die „Projectionsebene“ (Charte) bildet; — nennt man hiernächst den Radius jenes Horizonts (der Charte), statt, wie vorhin, 1, vielmehr r (gibt man ihm einen andern Werth als die Einheit, z. B. mehrere Fuß, statt des obigen Einen Fußes), so wird der Abstand d des Projectionspunctes eines vom Mittel des Landes (also auf der Kugel) um den Bogen a entfernten (Kugel-Oberflächen-) Punctes, von dem Mittelpuncte der Charte (sonst wie vorhin) durch die Gleichung $d = r \cdot \text{tang } \frac{1}{2} a$ ** gefunden, aus welchem einzigen Satze die Regeln der Verzeichnung auch für diesen Fall herfließen. Aeltere Atlasse enthalten, wie ich gleich noch mit bevorworte, oft dergleichen „stereographische“ Charten von einzelnen Ländern oder auch in der vorn angegebenen Art von Halbkugeln, Welttheilen, mit der Bezeichnung „Nach Hase'scher Projection“, weil das stereo-

* Dieß heißt, um der Vorschrift auch gleich den bestimmtesten Begriff hinzuzufügen: Wenn man den auf der Erdkugel-Oberfläche, vom Pole C um den Meridian-Bogen CP (den Winkel CcP) abstehenden Punkt P stereographisch-richtig „projiciren“ (in die Charte tragen) will; so legt man an den Mittelpunct c der Projections- (Kreis-) Ebene (Charte), in derselben (Meridian-) Richtung (und für den Radius der Charte = 1, z. B. = 1 Fuß) den einen Endpunct der Tangente von $\frac{1}{2}$ CP (des halben Winkels CcP, wie die trigonometr. Tafeln diese Tangente für den Radius = 1 geben): der andere Endpunct der Tangente bezeichnet dann den Projections- (den Charten-) Punct p des Kugeloberflächen-Punctes P. Der von C um 90° abstehende Kugel-Punct A z. B. muß, in der Charte, offenbar mit dem Endpuncte ihres Radius zusammenfallen; $\text{tang } \frac{90^\circ}{2}$ d. h. tang 45° ist aber bekanntlich wirklich = Radius.

In der vorangehenden „orthographischen Projection“ dagegen, welche ich in dieser Art der stereographischen gleich gegenüber stellen kann, leistete der Sinus des ganzen Bogens das, was hier die Tangente des halben Bogens bewirkt; man hat aber auch in der That $\sin 90^\circ = \text{tang } \frac{90^\circ}{2}$.

* Der „wahre Horizont“ ist also bei allen Anwendungen dieser Projection die „Projectionsebene“, weßhalb eben vorn der Ausdruck „stereographische Horizontal Projection“ allgemein gebraucht worden ist. Indeß sagt man auch noch besonders Polar-Projection, wenn, wie im Texte, von der nördlichen oder südlichen Halbkugel die Rede ist, Aequatoreal-Projection bei der Anwendung auf die sogenannte „Alte Welt“ im Gegensatze von Amerika („Neue Welt“), und (sterergraphische) Horizontal-Projection (im engeren Sinne), wofern es sich dabei nur um ein einzelnes Land (Reich) handelt.

** Man hat nämlich im eben benützten Triangel cNp (Fig. 3. der Tafel II.) CN (oder CA) : 1 = cp : (Tafel-) tang cNp (d. i. tang $\frac{1}{2}$ CP), oder nach unsrer obigen Bezeichnung, r : 1 = d : tang $\frac{1}{2}$ a, welche Proportion diese Gleichung gewährt.

graph. Verfahren nämlich, wie wir unten noch näher sehen werden, vorzüglich auf Empfehlung des Wittenberg'er Professors Hase in Gebrauch gekommen war. Ist auf einer solchen Charte C der Nord- oder Süd-Pol (ist sie — vergl. d. Anmerk. — also eine „polare"), so erscheint derselbe im Mittelpuncte, die Meridiane werden in ihm zusammenlaufende (dahin „convergirende") gerade Linien*, der Aequator bildet den Kreisumfang der Charte (Projectionsebene), und seine Parallele liegen als concentrische Kreise um den Pol (also sonst wie in der orthographischen Projection, nur daß bei dieser die Sinus der ganzen, und hier dagegen die Tangenten der halben Bögen die Halbmesser der projicirten Parallelen abgeben). Ist C dagegen ein zwischen dem Pol und dem Aequator, oder in dem letzteren liegender Punct (und die Charte also — vergl. wieder d. Anmerk. — eine „horizontale" oder „äquatoreale") so gestalten sich die (Kreise der) Meridiane sowohl als die Parallelen auch in der Projection sämmtlich wieder zu Kreis**bögen, wodurch ihr Entwurf und die Eintragung der betreffenden Orte nach Länge und Breite natürlich sehr erleichtert wird, gleichwie eine andere schöne Eigenschaft dieser Projectionsart darin besteht, daß sich bei ihr jene Kreisbögen (oder überhaupt die Meridiane und Parallelen), eben sowohl wie auf der Kugel-Oberfläche selbst, auch unter rechten Winkeln durchschneiden. Dagegen erweitern sich, bevorwortetermaßen, in allen Fällen (dem „polaren, dem „äquatorealen" und dem „horizontalen" der stereographischen Charten-Entfernung) die vorgestellten Länder nach den Rändern der Charte hin in dem nachgewiesenen Verhältnisse*, welcher Umstand solchen Charten ein, schon beim ersten Blicke auffallendes, etwas verzerrtes Ansehen gibt und auch ihren Gebrauch einschränkt, womit indeß ihr Vorzug vor der, wie gesagt, am größeren entgegengesetzten Fehler leidenden orthographischen Projection nicht in Abrede gestellt werden soll.

Bei sämmtlichen bis hierher beschriebenen „Landcharten"**, mit einziger Ausnahme des ersten, nachgewiesenermaßen, überhaupt auf sehr kleine Landschaften, Meerestheile u. s. w. einge-

* Ich mache auf diese, also bei den „Projectionen," gleichwie bei der „conischen Abwicklung" entstehende „Convergenz" der Meridiane, des bald Folgenden über Seecharten wegen, besonders aufmerksam.

** Bei der orthographischen Projection dagegen stellen sich, in diesen beiden Fällen, wie man leicht einsieht, die Meridiane (im ersteren auch die Parallelen) als Ellipsen dar. Der bedeutende Vorzug der „stereographischen" Projection vor jener (und ihre merkwürdigste Eigenschaft) besteht (vergl. Projection) überhaupt darin, daß bei ihr jeder nicht durch das Auge gehende und sich dadurch zur geraden Linie gestaltende Kugelkreis auch wieder in einen Kreis projicirt wird.

* Nämlich wie die Tangenten der halben Bögen. Damit die stereographisch gezeichnete Charte in ihren Dimensionen, nach dem Rande hin, dem projicirten Stücke der Kugeloberfläche gleichmäßig entspräche, müßten die Tangenten wachsen wie die Bögen: die Tangente des Bogens von $45/2 = 22\,1/2^0$ z. B. müßte auch gerade der Hälfte der Tangente des Bogens von 45^0, welche wir oben $= 1$ gefunden haben, d. h. sie müßte $= 0{,}5$ seyn, wogegen sie die Tafeln nur $= 0{,}41$ geben. Die Halbmesser der Parallelen in der Projection wachsen demnach zum Rande hin unverhältnißmäßig; und die zugehörigen Kreisflächen (die durch sie repräsentirten Landstriche) werden mehr und mehr zu groß, daher eben das auseinander-gezogene, „verzerrte" Ansehn einer solchen Charte rührt, von welchem ich im Texte spreche.

** Ich bevorworte, mich hier auf die beschriebenen Zeichnungs-Methoden einzuschränken, und das weitere Detail, namentlich über die vom Französischen Mathematiker Bonne angegebenen solchen Charten, auf welchen die Meridiane nicht alle geradlinig sind, wie ich mir auch gleich Eingangs dieses Artikels ausbedungen habe, der eigentlichen Geographie, wohin es bestimmter gehört, zu überlassen.

schränkten Entwurfes, erscheinen die Meridiane, wie sie dieß in der Wirklichkeit sind, convergirend nach den Polen; und ich habe diese Convergenz und jene Einschränkung des, für die Zeichnung anzuwendenden Parallelismus auf kleine Meridianbögen, deßhalb so sehr hervorgehoben, weil die nach unserer Eintheilung nun letztlich kommenden und mit 3. bezeichneten Seecharten, eben deßwegen die oben angedeutete abweichende Einrichtung erhalten müssen.

Um von dieser Sache nur gleich erst eine deutliche Einsicht zu erlangen, nehmen wir einen Seefahrer an, der von dem Orte, wo (von dem Meridiane, unter dem) er sich eben befindet, aus, z. B. genau nach Nordwest steuern, also einen, mit dem Meridiane (mit der Richtung der, frei von Abweichung angenommenen, und demnach auch immer genau nach Norden weisenden Magnetnadel) den beständigen Winkel von 45° machenden Cours, verfolgen müsse, und sich die, dieser Richtung (diesem „Rhumb", wie der Schiffer sagt) entsprechende Route auf der Charte aufsuchen und verzeichnen wolle. Wie soll er diese Zeichnung auf einer der bisher beschriebenen Charten mit ihren „convergirenden" Meridianen ausführen? wie den zu verfolgenden Weg darauf angeben? Die Forderung, den Cours „Nordwest" zu halten, bedingt die Durchschneidung eines jeden dieser Meridiane unter demselben (unveränderlichen) Winkel der 45°; und da die Meridiane eben nicht parallel* sind, so bildet ein also fortgesetzter Durchschnitt (Schiffsweg) mit ihnen auch nicht Eine zusammenhängende, ununterbrochene Gerade; sondern der Schiffer muß Behufs der Wegezeichnung auf einer solchen Charte, an jeden neuen Meridian das Wegestück bis zum folgenden Meridian, unter dem Winkel der 45° immer erst wieder besonders legen (verzeichnen), wodurch die auf der Charte anzugebende Route, wie gesagt, statt einer ununterbrochenen geraden Linie, vielmehr eine, aus mehreren, bei immer veränderter Direction, nur an einander schließenden (Wege-) Theilen bestehende Verbindung von dergleichen Einzel-Linienstücken wird *. Wären, um dieß durch den Anblick noch mehr zu unterstützen, die Meridiane M, M', M'', (Fig. 4. d. Tafel II.) parallel, so würden sie sämmtlich unter einem gemeinschaftlichen Winkel (hier z. B. dem gewählten von 45°) von der ununterbrochenen Geraden M, M', M'', durchschnitten werden: diese „ununterbrochene" Gerade bezeichnete dann den Schiffsweg auf einer Charte mit solchen angenommenen parallelen Meridianen; convergiren aber (Fig. 5.) die Meridiane nach dem Pole (P) zu, so nimmt die Zeichnung des Schiffsweges, welcher auf der Charte mit jedem dieser „convergirenden" Meridiane fortwährend den Winkel 45° machen soll, die in M' gebrochene Gestalt an; — ja man sieht, wenn die Meridiane nur nahe genug an einander gedacht werden, leicht ein, daß aus der, bei parallelen Meridianen entstehenden geraden (Schiffswege-) Linie, für convergirende Meridiane vielmehr eine (durch jene immer öftere „Abbrechung" [Richtungsveränderung der Geraden] veranlaßte) krumme Linie entstehen müßte (über deren nähere Beschaffenheit ich im besondern Art. Lorodromie handle), wodurch die Verzeichnung des zu verfolgenden Schiffsweges auf dergleichen gewöhnlichen Charten nicht nur außerordentlich mühsam seyn, sondern und hauptsächlich, dabei dennoch ihren Zweck verfehlen würde. Damit sich meine Leser auch hiervon erst einen recht bestimmten Begriff machen, so sey der Ort, welchen der Schiffer bei Verfolgung seines Nordwest-Courses er-

* Außer, um nochmals darauf aufmerksam zu machen, in den, unter 1. beschriebenen Charten ganz kleiner Erdoberflächen-Stücke mit ihren deßwegen als parallel anzunehmenden Meridianen, welche Charten wir oben mit dem Namen „Plattcharten" bezeichnet haben, den sie auch besonders bei den Schiffern führen.

* Die unmittelbare Benützung eines Globus, um auch diesen Einwand eines Lesers zu bevorworten, würde, da, wegen der ganz naturgetreuen Darstellung, die Convergenz der Meridiane eben recht hervortritt, kein anderes Resultat geben.

reichen wolle, ein hoher, in Fig. 5. mit B bezeichneter Berg, und Er sehe denselben vom Meridianpuncte M aus auch wirklich genau in der geraden Nordwestrichtung M M' B; so wird Er, wenn Er hiernächst von einem folgenden Meridian M' ab, die nur in der Zeichnung richtige (mit diesem neuen Meridian M' P wiederum den richtigen Winkel von 45° machende) Wege-Richtung M M' einschlägt, dem Berge augenscheinlich nordwärts vorbeisegeln, wogegen Er ihn eben so offenbar erreicht haben würde, wenn sich dieser Weg, wie es bei parallelen Meridianen (Fig. 4.) der Fall gewesen wäre, als eine, alle Meridiane, in derselben ununterbrochenen Richtung, durchschneidende ganz gerade Linie M M' B auf der Charte vorgezeichnet gefunden und solchergestalt zur Wegerichtschnur gedient hätte. — Man überzeugt sich, nach Anleitung dieses einleitenden Beispieles sogleich, daß auf „Landcharten" mit „convergirenden" Meridianen, die Verzeichnung eines Schiffsweges, wenn sie ihren Zweck erfüllen (bei steter Anwendung des nämlichen Compaßstriches, steter Richtung nach der nämlichen Weltgegend von Meridian zu Meridian, nach dem verlangten Orte führen und also eine ununterbrochene Gerade bilden) soll, nur in den beiden Fällen anwendbar ist, da das Schiff entweder genau einen solchen Meridian selbst, oder aber den, alle Meridiane unter rechten Winkeln durchschneidenden, größten Kreis des Aequators* verfolgt: in diesen einzigen beiden Fällen nimmt der Schiffsweg (seine Vorzeichnung auf der Charte), der Convergenz der Meridiane ohnerachtet, in steter Uebereinstimmung mit der Weisung des Compasses, die verlangte Gestalt einer ununterbrochenen geraden Linie an°; in allen andern Fällen, da der zu nehmende Cours diese convergirenden Meridiane schief (wie oben z. B. unter dem Winkel von 45°) durchschneidet, kann sich der Schiffer seinen Weg auf einer Charte mit „convergirenden" Meridianen nicht so ununterbrochen geradlinig, wie Er ihn doch auf der Charte vor sich sehen will, und wie es geschehen könnte, wenn die Meridiane parallel wären, einzeichnen; — und man muß ihm also, nach besonderer Methode, „Seecharten" mit parallelen Meridianen construiren. Die Gründe dieser Nothwendigkeit habe ich mich eben zuerst bestrebt, recht einleuchtend darzustellen; ich komme nun zur Methode einer solchen

* Von „Parallelen des Aequators," wie in andern Werken geschieht, spreche ich hier gar nicht: die (kürzeste) Wege-Verbindung zwischen zwei, auch auf dem nämlichen Parallel liegenden Puncten der Erdkugel-Oberfläche ist doch nicht dieser Parallelkreis (als „kleinerer" Kreis) selbst, sondern (vergl. d. A. Parallelkreise) der, diejenigen Erdkugel-Radien, die nach den beiden Kugel-Oberflächenpuncten führen, verbindende Bogen des entsprechenden größten Kreises, welcher letztere, wie nahe mit dem Parallel zusammenfallend, doch immer noch davon verschieden bleibt.

° Nehmen wir zunächst wieder den oben erwähnten Globus, als die naturgetreueste Darstellung der Erdkugel vor Augen: Im Kugelkreise des Meridians erstens verfolgt der Schiffer stets den Compaßstrich Nord oder Süd in ununterbrochener nämlicher Richtung; Er kann diesen seinen Weg im Meridian danach auf der Ebene einer jeden Charte, in jener steten Uebereinstimmung mit dem Compaß, als gerade Linie vorzeichnen, und gelangt, bei nachheriger Einhaltung der so gezeichneten Route, gewiß zum verlangten Orte (Meridianpuncte). — Auf dem Aequator sodann sehen wir alle Meridiane senkrecht: die, von Abweichung frei gedachte Compaß-Nadel findet sich immer dem Meridian entsprechend, also auch stets senkrecht auf diesem größten Kreise; und ein, vom Schiffer längs desselben zu verfolgender Weg kann also nicht weniger richtig als gerade Linie vorgezeichnet werden, nur daß dieselbe, statt wie oben, mit der Weisung der Nadel zusammzufallen, stets rechte Winkel mit ihr macht (in gleicher ununterbrochenen Richtung nach Ost oder West geht). — Diese Beziehung auf die Erdkugel (den Globus) selbst, wird die Sache am besten aufklären.

Charten-Construction selbst. Man zeichnet also auf einer solchen „Seecharte" in der That alle Meridiane als vollkommen parallele gerade Linien, dem zu Folge sich nun, der Absicht gemäß, jede Schiffs-Route als eine gleich vollkommen ununterbrochene gerade Linie darstellt *. Bei einem solchen Entwurfe der Meridiane bleiben aber freilich alle Parallelkreise (und ihre Grade) gleich groß, statt daß sie (vergl. vorn) zu den Polen hin, nach Maßgabe des Cosinus der geographischen Breite, vielmehr abnehmen sollten. Um also doch das richtige Verhältniß zwischen ihnen und den Graden der Meridiane beizubehalten, läßt man die letzteren, nach der nämlichen Richtung (den Polen) zu, im umgekehrten Verhältnisse, d. i. wie die Secante der Breite (vergl. d. Anmerk.) wachsen: statt daß z. B. in der Breite von 60° der Grad des Parallelkreises nur halb so groß seyn sollte, als der unveränderliche Meridiangrad, wird hier der letztere doppelt so groß abgebildet **, als der nun unveränderlich angenommene erstere, wodurch, wie man leicht einsieht, bei Erreichung des Zweckes ganz geradliniger Gestalt der Routen, doch auch die Reciprocität bewahrt wird. Daher heißen dergleichen Charten „Seecharten mit wachsenden Graden oder wachsenden Breiten", auch reducirte, ingleichen, nach ihren Erfindern, auf welche ich in den gleich folgenden geschichtlichen Notizen zurückkomme, Mercator's oder Wrigth's Charten; die Leser finden Charten, welche nach diesem Princip gezeichnet sind, zumal Planigloben, mit der Ihnen nun verständlichen Bezeichnung: „Nach Mercator's Projection" oft ebenfalls in den gewöhnlichen Atlassen, und würden dergleichen Charten, selbst ohne diese Bezeichnung, an dem, aus jenem Princip natürlich folgenden, auffallenden Wachsen der Breitengrade in den Polar-Regionen *, bald erkennen. Abgesehen von dieser Inconvenienz der solchergestalt hervorgebrachten Auseinanderzerrung besonders der Polar-Landschaften, verdienen diese Charten indeß wegen ihrer nachgewiesenen praktischen Brauchbarkeit viele Rücksicht; und ihre Theorie ist außerdem so einfach, daß ich zugleich Nichts weiter darüber hinzuzufügen brauche, sondern vielmehr die ganze Charten-Betrachtung überhaupt hiermit schließen und nur noch die geschichtlichen (und literarischen) Notizen, auf welche ich eben hierher verwiesen habe, hinzufügen darf.

Abrisse von Ländern, „Landcharten", was jene ihre Geschichte betrifft, werden aber schon in den alten Annalen des Jüdischen Volkes (Josua, Cap. 18. V. 4. 5.) erwähnt. Unter den Griechen hiernächst soll nach der Erzählung des Diogenes Laertius (II. 2.) und Plinius (H. N. VII. 56.), zuerst

* Man kann die „Seecharten" hiernach als eine derartige Ausbreitung der Erd- oder Kugelfläche zur (platten) Ebene bezeichnen, daß sich die auf jener ersteren convergirenden Meridiankreise, auf dieser letzteren dagegen als parallele gerade Linien darstellen, welche der, von jedwedem Puncte zum andern zeigende Compaßstrich, also in unveränderter Winkelrichtung, wieder als eine ununterbrochen-gerade Linie durchschneidet, und welche dem Schiffer daher den, zur Erreichung seines Bestimmungsortes zu nehmenden „Rhumb" (in solcher ununterbrochen-geraden Richtung) Ein für alle Mal angeben.

** Nämlich:

$$\cos 60^0 = \sin 30^0 = \frac{r}{2} = 1/2,$$

$$\cos : r = r : \sec,$$
$$1/2 : 1 = 1 : 2;$$

demgemäß sich das richtige Verhältniß also vollkommen hergestellt findet, indem sowohl der Breiten- als der Längengrad mit 2 multiplicirt (ersterer, welcher in diesem Abstande vom Aequator nur noch $7\frac{1}{2}$ Meilen beträgt, $= 2 . 7\frac{1}{2} = 15$ ', letzterer, statt seiner 15', nun $= 2 . 15 = 30$ Meilen [Theilen des Charten-Maßstabes] lang angenommen und im nämlichen Verhältnisse weiter getheilt wird).

* Die Pole selbst finden sich demgemäß auch auf einer solchen Charte gar nicht: sie fallen begreiflich in das Unendliche hinaus.

Anarimander (ein uns ſchon aus früheren A. A. dieſes Wörtrb. bekannter Griechiſcher Aſtronom um 600 vor Chriſtus) Zeichnungen der damals bekannten Länder entworfen haben. Mehreres Detail hierüber in Fabricius „Bibliotheca graeca“. IV. 2. 14. Bei den Römern wurden den triumphirenden Feldherrn Zeichnungen der eroberten Länder vorangetragen; auch ließ Kaiſer Theodoſius II. (nach Andern Severus) eine „Landcharte“ (oder vielmehr ein gemaltes Ortsverzeichniß) des damaligen Römiſchen Reiches auf einer Tafel entwerfen, von welcher Tafel eine durch einen Mönch angefertigte Copie mit der Aufſchrift „Tabula geographica Theodosiana“ im 15ten Jahrhunderte in einem Kloſter aufgefunden und von dem Augsburgiſchen Patricier Peutinger angekauft, nachher aber in die Kaiſerliche Bibliothek zu Wien gekommen iſt, aus welcher ſie ein von Scheyb „Tabula Peutingeriana“ *. Vindob. 1753. Fol herausgegeben hat.

Zu des Ptolomäus Geographie verfertigte der Alexandriner Agathodämon 26 Landcharten, welche Europa in 10, Afrika in 4, Aſien in 12 Blätter vorſtellen, und ſich über eine Strecke ausdehnen, welche von Oſten nach Weſten ziemlich doppelt ſo lang als von Norden nach Süden iſt, daher die Benennungen „Länge“ und „Breite“ (vergl. letzter Art. S. 137.) ſtammen, auf welche ich hier zurückkommen wollte.

Aus dieſen alten Charten ſind nun durch allmälige Verbeſſerungen die heutigen entſtanden. Sebaſtian Münſter („Cosmographia“. Basil. 1550. Fol.), Ortelius („Theatrum orbis terrarum“. Antverp. 1570. Fol.), beſonders aber der, mit Verweiſung hierher, oben erwähnte Niederländiſche Mathematiker Gerhard Mercator († 1594), eben der Erfinder der dort erklärten, ihrer Theorie nach, ſodann von dem auch ſchon genannten Engländer Eduard Wright („Certain errors in Navigation“. Lond. 1657.) näher beſtimmten „Charten mit wachſenden Breiten“, legten hierzu den Grund. Die weſentlichſten Dienſte leiſtete der Landcharten-Darſtellung indeß, wie ich ſchon vorn angedeutet habe, Johann Matthias Haſe, Profeſſor zu Wittenberg („Sciagraphia, s. tractatus de projectionibus“. Lips. 1717. 4.), welchen wir dort als den Urheber der ausgebreiteteren Anwendung der „ſtereographiſchen Projection“ auf Charten-Conſtruction kennen gelernt haben; — und an ihn ſchloß ſich der große deutſche Aſtronom Tobias Mayer durch ſeine, ihrem ſinnreichen Principe nach, von mir ausführlich erläuterte „Mappa critica Germaniae“ (Nürnberg, Homann. 1750) an. In unſerm Jahrhunderte hiernächſt erreichte die „Mappirungskunſt“ (mit welchem Namen daſſelbe die Chartenzeichnung zu belegen angefangen hat), durch weitere Verfolgung und Ausbildung der bei jener vortrefflichen „Landcharte“ in Anwendung gebrachten Theorie einen außerordentlichen Grad der Ausbildung, davon die Beweiſe in unzähligen Darſtellungen vor den Augen meiner Leſer ſelbſt liegen, ſo daß ich mir hier die Beibringung des ohnedieß zu weitläufigen Details erſparen kann. Leſer, welche Verlangen danach tragen, können daſſelbe, um an dieſe hiſtoriſchen, ſchließlich nun auch ſogleich die literariſchen Notizen zu knüpfen, unter dem Geſichtspuncte der Theorie, am beſten befriedigen aus Mayer's „Vollſtändige und gründliche Anweiſung zur Verzeichnung der Land-, See- und Himmelscharten“. 4te Aufl. Erlangen. 1828. 8. (wegen welcher neuen Aufl. dieſes Hauptwerkes *, eigentlich des 4ten Bandes der erwähnten „Praktiſchen Geometrie“, ich bereits vorn hierher verwieſen habe), und womit man verbinden kann: *Puissant* „Traité de Topographie“. (2. Aufl. Paris. 1827. 4.) Eine eigene Hiſtorie des „Land-

* Da von dieſer „Peutinger'ſchen Tafel“ öfter die Rede iſt, ſo habe ich den Leſern die obige Aufklärung über den Namen, welchen ſie trägt, aus meinen Collectaneen gern mitgetheilt.

* Daſſelbe läßt wenig zu wünſchen übrig; über „ſtereographiſche Projection“ möchte man vielleicht noch hinzuziehen wollen, den betreffenden ſchönen Artikel von Mollweide, im 4. Bande des mehrfach citirten „Mathematiſches Wrtrb.“ (angefang. v. Klügel).

charten-Wesens daneben besitzt man von Haubner: „Versuch einer umständlichen Historie der Landcharten". Ulm. 1727. 8. Ueber das Ganze der Wissenschaft der „Mappirung" erstreckt sich Littrow's (des verewigten Wien'er Astronomen) „Chorographie" (Landschafts-Zeichnung). Wien. 1833. 8.; und eine gedrängtere Uebersicht gewähren Lalande: „Astronomie". Livre XXIII. des projections et des cartes géographiques" (mich besonders ansprechend), und Bode (der uns vielfach bekannt gewordene, jetzt auch verewigte Berliner Hof-Astronom): „Anleitung z. Kenntniß der Erdkugel", 2te Aufl. Berlin. 1803. gr. 8. S. 311. figd. Den vollständigsten Catatog ausgesuchter, älterer und neuester Land-, See- und Himmels-Charten aber habe ich immer aus der Schropp'schen Landcharten-Handlung zu Berlin erhalten; — und mit der Empfehlung dieser Handlung, ohne jedoch dadurch den Ansprüchen der geographischen Institute zu Nürnberg, Weimar u. s. w. irgend Eintrag thun zu wollen, beende ich diesen wichtigen Artikel über „Landcharten", mir, wie gesagt, vorbehaltend, auf Mondcharten, Sterncharten, und die ergänzende Lehre von den Projectionen überhaupt, in den betreffenden eigenen Vorträgen zurückzukommen.

Libration, Schwanken des Mondes, s. **Mond**, in welchem Art. ich die eigentlichen Ursachen der merkwürdigen Erscheinung, „daß der Mond, welcher uns im Allgemeinen immer nur die eine seiner Halbkugeln zuwendet, und die andere dagegen immer von der Erde abgekehrt hält, durch eine gewisse Balancirung (ein „Schwanken", eine „Libration"), zuweilen doch östliche oder westliche Randstreifen, und Parcellen des nördlichen oder südlichen Theiles der Polarzonen jener übrigens unsichtbaren Halbkugel, zu unserm Anblicke kommen läßt", erst aufklären kann.

Licht; Lux, Lumen; *Lumière*. Die allgemeine Begriffs-Erklärung, gleichwie die Darstellung der mehrfachen Licht-Entstehungsweisen gehört in die Physik; die Astronomie, als solche, hat es nur mit dem „Lichte" der Gestirne zu thun. Der wichtigste dieser Himmelskörper, auch in diesem Bezuge, ist aber, und zwar nicht allein für unsere Erde, sondern vielmehr für alle (Haupt- und Neben-) Planeten des ganzen Systems, die Sonne, der Urquell* des Lichtes (und der Wärme) dieses Systems. Von ihr, als dem selbstleuchtenden Gestirn des Systems, aus ergießt sich das „Licht" in geraden Linien: „Lichtstrahlen"** (radii lucis; *rayons de lumière*), gleichmäßig nach allen Richtungen in das Sonnengebiet (in den hohlkugelförmigen Raum, dessen Centrum die Sonne einnimmt): die Sonne ist der Licht-strahlende Mittelpunct eines ungeheuren Hohlkugel- (Sonnen-) Gebietes, durch welches sich das von ihr ausfließende Licht Radien-artig überall verbreitet, und die (unmittelbare) Erleuchtung des ganzen Raumes (wenigstens — vergl. unten — hauptsächlich) bewirkt. Man sieht indeß, welchen Umstand wir zuerst zu betrachten haben, leicht ein, daß diese Erleuchtung nach dem Verhältnisse an Intensität verlieren muß, nach welchem man sich im Raume weiter vom strahlenden (Sonnen-) Centrum entfernt: die von diesem Sonnen-Licht-Centrum verbreiteten Strahlen-Radien fahren natürlich immer mehr auseinander†; und wenn sie in geringerer,

* „Urquell"! — vergl. jedoch wegen der Wahrscheinlichkeit einer Art eigener Lichtentwicklung („Phosphoreseenz") namentlich der weiter von der Sonne abstehenden Planeten, z. B. besonders des Jupiter, hinten.

** Die Newton'sche Emissionstheorie, welcher ich ergeben bin, ohne darum irgend einen meiner Leser verhindern zu wollen, eine genügendere Erklärung der Erscheinungen durch die Undulationstheorie zu versuchen, legt nämlich (jedem selbstleuchtenden Körper und also besonders) der Sonne die Eigenschaft bei, auf eine nicht weiter erklärliche Weise Lichtstrahlen (Reihen von Lichttheilchen), oder sagen wir überhaupt „Licht", auszusenden, welches hiernächst von den (an und für sich) dunkelen und nur durch diese Mittheilung erleuchteten Körpern (Planeten und Monden), vermittest der Zurückwerfung im Raume wieder weiter verbreitet wird.

† Ich darf wohl kaum bemerken, daß Das-

oder in größerer Entfernung auf dunkle Körper, wie die durch sie zu erleuchtenden Planeten, treffen, so müssen die auffangenden Flächen, bei unveränderter Strahlen-Menge, immer größer seyn, dem zu Folge auf gleiche Flächen in größerer Entfernung weniger Licht fällt, und die Erleuchtung, wie ich sage, bei wachsender Entfernung abnimmt. Wir wollen uns die, das Licht (die Lichtstrahlen) der Sonne also auffangenden, mehr und weniger von ihr entfernten Planeten (die der Sonne zugewendeten Planeten-Halbkugeln) sehr paßlich als Kreisscheiben vorstellen, so bilden dieselben hiernach die Grundflächen bb', BB' des Strahlen-Kegels (Fig. 1. der Tafel III.), als dessen Spitze (Scheitel) das Strahlen-Sonnen-Centrum C betrachtet werden kann: BB' empfängt demnach augenscheinlich nicht mehr Strahlen (Licht) als bb'; gleichviel Licht muß in dem Abstande, in welchem sich BB' von der Kegelspitze C befindet, eine Fläche bedecken, welche soviel größer als die weniger weit abstehende Fläche bb' ist; die Erleuchtung von BB' findet sich nach Maßgabe der mit dem Abstande wachsenden Ausdehnung letzterer Kegel-Grundfläche geringer; — und da (vergl. Erleuchtung, S. 394.) diese Kegelbasen bb', BB' im Verhältnisse der Quadrate jener Abstände Ca, CA stehen, so nimmt die Erleuchtung nach dem Quadrate der wachsenden Entfernung ab: sie ist z. B. in einer 2fachen Entfernung ($2^2 =$) 4 Mal geringer (weniger intensiv) *. Wenn meine Leser also (vergl. wieder l. c.) in den von Ihnen benützten astronomischen Lehrbüchern, ohne weiteren Beweis die Anführung finden, „daß die Erleuchtung, welche z. B. der Planet Jupiter von der Sonne empfängt, nur $^1/_{25}$ des der Erde zu Theile werdenden Sonnenlichtes betrage;" so will dieß sagen: da der (mittlere) Abstand des Jupiter von der Sonne (beiläufig 100 Millionen Meilen) 5 Mal größer als der Abstand der Erde von der Sonne (20 Millionen Meilen) ist, so fällt auch die Erleuchtung Jupiters durch die Sonne (auf andere diese Erleuchtung begünstigende Umstände komme ich unten zurück) $5^2 = 25$ Mal schwächer als die Erleuchtung der Erde aus: das Sonnen-„Licht" ist in der Jupiters-Entfernung schon 25 Mal mehr dilatirt: auf eine 25 Mal größere Fläche des Jupiter, auf eine dortige Fläche von z. B. 25 (unserer) Quadratfuß, fällt nur noch soviel Sonnenlicht (nur die nämliche Zahl von Sonnenstrahlen) als bei uns auf 1 Fuß.

Nächst dieser Ermittlung über die Stärke des Sonnen-Lichtes in verschiedenen Entfernungen, hat für den Astronomen die Frage nach der Geschwindigkeit „dieses Lichtes" (oder wohl des „Lichtes" überhaupt, indem — vergl. d. A. Fixsterne, S. 544. — keine entscheidenden Gründe vorhanden sind, für dasselbe, aus welchen verschiedenen Quellen es auch fließe, hierunter eine Verschiedenheit anzunehmen) noch eine besondere Wichtigkeit. Da wir das Sonnen-„Licht" nämlich, nach unserer Emanationstheorie, als einen wirklichen Ausfluß einer Lichtmaterie aus dem Sonnenkörper betrachten, und dieselbe einen geradlinigen „Strahlen"-Weg zu uns (oder vielmehr durch das ganze Sonnengebiet) beschreiben lassen; so entsteht allerdings jene Frage: wieviel Zeit gebraucht das Licht zur Zurücklegung eines solchen Weges von der Sonne bis zu jedwedem Puncte des Gebietes, z. B. bis zu uns, oder bis zum Uranus, als der vermeinten planetarischen Grenze unseres Systems?

Auf den ersten Theil dieser Frage ist

jenige, was ich hier in unserer astronomischen Absicht zunächst vom Sonnenlichte in specie sage, der Natur der Sache gemäß, vom „Lichte" überhaupt gilt.

* Die oben durch bb', BB' ausgedrückten Kreis- (Kegel-Grund-) Flächen verhalten sich wie die Quadrate der Radien ba, bA, und da letztere ihrerseits wie Ca : CA sind; so verhalten sich jene Flächen also auch wie die Quadrate dieser Abstände: demnach empfängt die, in der 2fachen Entfernung CA = 2Ca, 4 Mal größer als bb' werdende Kreisfläche BB gleichwohl nicht mehr Lichtstrahlen als bb', und ist also, indem sich nur gleichviel Licht in einen viermal größeren Raum ausbreiten muß, viermal schwächer beleuchtet.

die Antwort aber bereits im Artikel Aberration des Lichtes, wo es sich um eine Vergleichung der Geschwindigkeit, mit welcher sich das Licht von der Sonne ab im Raume (des Sonnengebietes) fortpflanzt, mit der Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn, handelte, ertheilt, und wir haben daselbst S. 11. und 17. gesehen, daß das Licht (nahe) 8 Minuten (480 Secunden) gebraucht, um den Weg von der Sonne zur Erde (den Halbmesser der Erdbahn, etwann 20 Millionen Meilen) zu durchlaufen, demgemäß auf 1 Secunde ($^{20000000}/_{480}$, in runder Zahl =) 40000 (bis 42000) Meilen kommen*, und sich das Verhältniß der Lichtgeschwindigkeit zur Bahngeschwindigkeit der Erde (von etwann — vergl. letzteren Art. S. 364. — 4 Meilen in der Secunde) nahe = 10000 : 1 ergibt. Außerdem wird mich der gleich folgende besondere Art. Lichtgleichung darauf zurückführen. Den zweiten Theil der Frage könnten sich die Leser hieraus zwar bereits selbst beantworten, indem Ihnen bekannt ist, daß der Abstand des Uranus von der Sonne 400 (= 20.20) Millionen Meilen beträgt, und dazu also, indem 20 Millionen Meilen 8 Minuten erfordern (20.8 =), 160 Minuten = 2 Stunden 40′ Minuten gehören; indeß habe ich Ihnen die Rechnung im Art. Finsternisse (Verfinsterungen der Jupitertrabanten, deren Beobachtung, wie dort ausführlich erzählt wird, zu dieser Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit verholfen hat), S. 539. schon genauer geführt, und daselbst für die gesuchte Zeit (statt der vorstehenden 2^h 40′, in naher Uebereinstimmung) 2^h 35′ 42″ gefunden, wodurch demnach das Verlangte geleistet ist. —

Soviel vom „Lichte" der Sonne (unseres System-Centralkörpers); vom Lichte der Fixsterne hiernächst, als der Sonnen ihrer respectiven Systeme gilt, mit der einzigen Einschränkung der (vergl. wieder Fixsterne, auf der nämlichen S. 544.) Verschiedenartigkeit der Farben dieses Fixstern-Lichtes, sonst wohl überall das Nämliche: jeder Fixstern verbreitet, gleich selbstleuchtend, gleich Sonnen-artig, sein Licht durch das ganze von ihm beherrschte Gebiet. In Bezug auf jene Farben-Verschiedenheit habe ich aber l. c. bemerkt, daß sich, besonders in den Doppelstern-Systemen, das Licht des Centralsterns meistens weiß (also wie das Licht unserer Sonne) zeigt, wogegen die Begleitsterne nur in einer bunten: blauen, grünen, rothen u. s. w. Farbe (mithin in einer bloßen Theil-Farbe des Weißen) erscheinen; und ich habe (eben daselbst, S. 560.) daran die Vermuthung geknüpft, daß diese „Begleitsterne" (Trabanten höherer Ordnung) auch in einem verfeinerteren Lichtbezuge zum Centralgestirn, als die (dunkelen) Planeten (Trabanten niederer Natur) zur Sonne stehen möchten. — Diese Ansicht, welche mir der Erhabenheit des Verhältnisses überaus angemessen scheint, hat sich indeß auch immer mehr bei mir befestiget; und ich empfehle sie den Lesern zur eigenen weiteren Verfolgung*.

Die Haupt- und Neben-Planeten (Monde), gleichwie die Kometen, endlich glänzen hauptsächlich gewiß

* Das Licht pflanzt sich also, wie groß seine Geschwindigkeit auch sey, doch nicht augenblicklich (in instanti; instantanément), sondern nur allmälig (propagatio successiva; *propagation successive*) fort: die Zeit, in welcher dasselbe von der Sonne zur Erde gelangt, findet sich genauer = 8′ 7,5″, und das Verhältniß der Lichtgeschwindigkeit zur Bahngeschwindigkeit der Erde ist danach eigentlich = 10313 : 1.

* Man könnte dabei noch Zweifel hegen, ob dieß „farbige Licht" der Begleit- (Fix-) Sterne ein eigenes oder aber ein, vom Centralsterne nur erborgtes (also reflectirtes) und, hinsichtlich der Farbe, modificirtes sey. Allein Arago's (des bekannten, noch thätigen Französischen Naturforschers) Versuche (vergl. abermals Fixsterne, S. 544.) lehren uns sämmtliches Fixsternlicht als „unpolarisirtes" kennen, wogegen das bloß reflectirte Licht immer auch schon polarisirt ist. — Diese Versuche dienen indeß nur zur Bestätigung einer Annahme, deren Richtigkeit man doch gern schon a priori zugibt.

nur in reflectirtem Sonnenlichte: Arago's, in der Anmerkung erwähnte Versuche über dieß planetarische Licht lassen kaum einen dießfallsigen Zweifel übrig. Damit soll indeß eine, schon oben angedeutete, vielleicht durch das Sonnenlicht hervorgerufene, gleichzeitige Fähigkeit eigenen Leuchtens (eine „Phosphorescenz"), zumal bei weiter von der Sonne entfernten Planeten, nicht in Abrede gestellt werden; hinsichtlich des Jupiter namentlich, habe ich schon in dem, diesem Planeten gewidmeten besondern Art. S. 832. darauf aufmerksam gemacht. Da die Erleuchtung desselben durch die Sonne (vergl. vorn) 25 Mal schwächer als die Erleuchtung unseres Planeten Erde ausfällt, so muß angenommen werden, daß die Vorsehung andere Mittel zur Herstellung des Gleichgewichtes aufgeboten habe: einige Astronomen, namentlich mein verewigter Leipziger Freund Brandes, in dem von ihm für die öfter angeführte, neue Ausg. des Gehler'schen „physikal. Lexic." bearbeiteten Art. Jupiter, findet ein solches Mittel in der dichteren, und das „Licht" daher wirksamer verbreitenden Atmosphäre dieses Planeten, Andere, z. B. Mädler (in seiner, nicht weniger oft citirten „Populäre Astronomie") sprechen ganz bestimmt von einer „Phosphorescenz"; — und wir pflichten ihnen aus jenen teleologischen Rücksichten gern bei.

Dieß dürfte etwann Alles seyn, was aus einer generellen Betrachtung des „Lichtes" vor das astronomische Forum gehört; von der, für unsere Wissenschaft noch besonders wichtigen, speciellen Eigenschaft der Brechbarkeit des Lichtes, namentlich von der (astronomischen) Strahlenbrechung, und der Dämmerung, als einer Wirkung dieser Licht-Eigenschaft, handle ich ausführlich auch in den genannten drei besondern A. A., auf welche ich, ihres großen Umfanges und ihrer Eigenthümlichkeit wegen, hier durchaus verweisen muß, da ich das darüber Vorgetragene, in diesem speciellen Falle, auch nicht auszüglich wiederholen kann. Für diejenigen meiner Leser indeß, welche aus der Verfolgung dieses Gegenstandes ein eigenes Studium machen wollen, bezeichne ich als treuen Führer schließlich Herschel's (des Sohnes) berühmtes Werk „Vom Licht." (deutsch durch Schmidt. Stuttgart. 1831. gr. 8.), welches wenig zu wünschen übrig lassen dürfte.

Lichtgleichung; Aequatio lucis; *Équation de la lumière.* Ich habe (denn diese Explication muß hier der Definition vorangehen) im Art. Finsternisse, S. 539.* darauf aufmerksam gemacht, daß die Zeit, welche von einem Ein- (oder Aus-) tritte, eines, namentlich des ersten Jupiter-Mondes in den Schatten seines Haupt-Planeten, bis zum nächsten verstreicht (das Zeitinterwall zwischen zwei successiven Verfinsterungen des Jupiter-Mondes, Jupiter-Mondfinsternissen, vergl. d. Anmerk.), von uns nicht immer gleich groß gefunden wird: wenn Jupiter der Sonne gerade gegenüber, also in der Opposition steht, so verstreichen von einem solchen Eintritte bis zum nächsten ziemlich regelmäßig . . 42h 28′ 42″;** in der darauf folgenden Quadratur hingegen nimmt dieses Interwall, allen Beobachtungen gemäß, um . . „ „ 14

zu: es verfließen dann zwischen zwei solchen successiven Eintritten . 42h 28′ 56″; wogegen man in der andern Quadratur eine eben so große Abnahme dieses Intervalls, nämlich die Zeit von einem Eintritte bis zum nächsten nur = 42h 28′ 28″ findet. Wie kann es damit zugehen?

* Die Leser werden zugleich gebeten, einen dort vorgekommenen lapsus pennae zu berichtigen, und statt „steht Jupiter gerade zwischen Sonne und Erde, also in Opposition" zu lesen: steht die Erde gerade zwischen Sonne und Jupiter, und ist letzterer also in Opposition. —

** In dieser kurzen Zeit von nur etwann 1 Tage 18h 28′ umläuft der dem Jupiter nächste seiner 4 Monde den Hauptplaneten (er vollendet in dieser so kurzen Zeit seinen [synodischen Umlauf] Monat, wozu unser Mond bekanntlich 29½ Tage gebraucht), und wird dabei (vergl. Finsternisse, S. 537.) jedesmal verfinstert.

In der „Oppoſition“ bleibt, wie man ſich, auch noch ohne beſondere Figur, welche ich erſt nachher beibringe, leicht vorſtellig macht, die Entfernung der Erde vom Jupiter eine Zeit lang ziemlich dieſelbe (auf die Conjunction, von welcher in dieſem Bezuge das Nämliche gilt, komme ich gleich); in der zunächſt darauf folgenden Quadratur dagegen geht die Erde mit der (genau genommen) Differenz der reſpectiven Geſchwindigkeiten beider Weltkörper faſt geradlinig vom, dort ſtationär erſcheinenden und nur langſam nachrückenden* Jupiter weg, im entgegengeſetzten Falle der andern Quadratur aber eilt ſie vielmehr eben ſo auf ihn los: jene Vergrößerung des Abſtandes der Erde vom Jupiter beträgt während des in Rede ſtehenden Intervalls der p. p. 42½ Stunde etwann 600000** Meilen, und auf eben ſo hoch beläuft ſich alſo die Abſtandsverringerung beider Weltkörper in der zweiten Quadratur.

Zu unſerer Anſchauung gelangen (ſichtbar für uns werden) alle Himmelserſcheinungen, alſo auch die Eintritte der Jupiterstrabanten in den Schattenkegel ihres Planeten, vermittelſt des Mediums des Lichtes, von welchem wir aus dem vorangehenden Artikel bereits wiſſen, daß es ſich nicht „in instanti“, ſondern, wie andere Mittheilungen, nur „ſucceſſiv“ fortpflanzt: der betreffende Lichtſtrahl iſt gleichſam der „Bote des Ereigniſſes“. In der Oppoſiton, in welcher ſich, wie geſagt, die Entfernung unſerer Erde vom Jupiter kaum ändert, gelangt dieſer, wenn ich ſo ſagen darf, den Mondeintritt in den Schatten anmeldende „Lichtbote“ (Lichtſtrahl) alſo auch immer in der nämlichen Zeit zu uns; und zwiſchen ſeinem 1ten und 2ten, zwiſchen dieſem 2ten und dem 3ten Eintreffen u. ſ. w. verfließt demgemäß auch immer die gleiche Zeit der angegebenen 42h 28′ 42″*, welche man die wahre, nämlich durch Entfernungs-Veränderung zwiſchen Erde und Jupiter nicht afficirte, nennen könnte.

In der folgenden Quadratur dagegen vergrößert ſich die Entfernung

* Man erleichtert ſich die Vorſtellung noch mehr, wenn man den Jupiter als ganz ſtill ſtehend, und bloß die Erde, mit der Differenz der beiderſeitigen Bahnbewegung (wie ich auch oben ſage) von ihm wegrückend annimmt: die Erde macht täglich etwann 60′, Jupiter 5′, daher der, von dieſer Differenz (60′−5′ = 55′) abhängige ſynodiſche Umlauf des Jupiter (55′ : 1 Tage = 360° [d. i. 21600′] : 398 Tagen) nur 33 Tage länger als das tropiſche Erdenjahr (365 + 33 = 398) dauert, demnach Jupiter während eines jeden Jahres wirklich faſt als ſtationär betrachtet werden kann.

** Im Art. Finſterniſſe, l. c. habe ich nach Brandes, 588000 Meilen angegeben; bei andern Aſtronomen finden meine Leſer dagegen 630000 Meilen, eine Verſchiedenheit, welche ſich aus der Ungleichheit der Geſchwindigkeit der Erde und des Jupiter in dieſen oder jenen Stellen ihrer reſp. Bahnen erklärt. Wir haben die mittlere Bahngeſchwindigkeit der Erde (vergl. d. A. S. 364.) in der Secunde = 4 Meilen gefunden, welches auf die Stunde (3600 . 4 =) 14400., und, wenn man den Jupiter nach Maßgabe ſeiner Stellung in den Quadraturen als wirklich „ſtationär“ annimmt, auf die in Rede ſtehenden 42½ Stunden (42½ . 14400), etwann die obigen 600000 Meilen bringt. Es kommt, bei dem, was ich hier bezwecke, auf eine dießfallſige ſcrupulöſe Genauigkeit nicht an.

* Das Licht (der „Lichtbote“) braucht vom Jupiter bis zur Erde zwar allerdings auch eine Anzahl von Minuten; in der Jupitersregion trägt ſich alſo der Eintritt auch um ſoviel früher zu. Wenn ſich aber die Entfernung der Erde vom Jupiter dabei nicht ändert, ſo bleiben die Zwiſchenzeiten des Eintreffens der Boten (Lichtſtrahlen) darum doch nicht weniger die nämlichen: jeder Bote (der betreffende Lichtſtrahl) geht nach gleichen Zwiſchenzeiten ab, und kommt alſo, wenn ſich, wie geſagt, nur die Entfernung der Erde vom Jupiter indeß nicht vergrößert hat, und der Strahl alſo unterweges mehr Zeit gebraucht, auch immer nach gleichen Zwiſchenzeiten (42h 28′ 42″) an.

der Erde vom Jupiter, während 42½ Stunden, um die nachgewiesenen 600000 Meilen; und da das Licht (der „Lichtbote"), wie wir in diesem Art. gesehen haben, 1 Secunde gebraucht, um 40- bis 42000 Meilen zurückzulegen, so wird dasselbe ($\frac{600000}{42000}$ nahe =) 14 Secunden nöthig haben, um die, indeß soviel weiter weg geeilte Erde einzuholen: ein folgender Eintritt des Jupitersmondes in den Schatten seines Planeten wird dem irdischen Beobachter, in dieser Quadratur nicht schon $42^h\ 28'\ 42''$ (als dem Intervall, welches wir eben das „wahre", von Entfernungs-Veränderung nicht afficirte, genannt haben), sondern, erst $42^h\ 28'\ 42'' + 14'' = 42^h\ 28'\ 56''$, nach dem zunächst vorangegangenen Eintritte, und also 14″ später als in der Opposition zu Gesicht kommen, genau wie es die Eingangs angeführte Beobachtung ergibt. In der andern Quadratur dagegen, in welcher sich die Erde dem Jupiter in demselben Maße vielmehr nähert, muß also auch, gerade umgekehrt, eine eben so große Beschleunigung des Zu-Gesicht-Kommens des Vorganges Statt finden, gleichfalls wie es die Beobachtungen genau bestätigen: dieß letztere leuchtet ohne weiteres ein; — und es bleibt also nur die Frage, was, diesem Principe gemäß, auch noch in der Conjunction, derentwegen ich schon vorn hierher verwiesen habe, erfolgen werde?

In dieser Stellung der Conjunction ist aber die Erde vom Jupiter mit seinen Monden um den ganzen Durchmesser der Erdbahn, also um 40 Millionen Meilen, weiter als in der Opposition entfernt; stellen wir uns demnach einen Beobachter im Oppositions-*, und einen zweiten Beobachter in diesem Conjunctions-Puncte vor, so muß der letztere, nach unserm Principe der nur „successiven Propagation des Lichtes", eine und dieselbe Jupiter-Mondfinsterniß um die ganze Zeit später als jener erstere zu Gesicht bekommen, welche das Licht zur Durchlaufung des Durchmessers der Erdbahn gebraucht, und welche (40000 Meilen : 1 Secunde = 40 Millionen Meilen : 1000) etwann 16 Minuten beträgt °.

Diese Zeitverschiedenheit nun zwischen den berechneten (von einer Veränderung der gegenseitigen Entfernungen

* Nehmen wir, was vielleicht manche Leser, wie ich sie vor Augen habe, noch inniger überzeugt, an, man habe in der Opposition, zu einem Zeitpuncte t eine solche Jupiter-Mondfinsterniß und $42^h\ 28'\ 42''$ nachher, also zur Zeit t + $42^h\ 28'\ 42''$, eine zweite beobachtet, und, nun so fortrechnend, die Zeitpuncte der dritten, vierten u. s. w. Finsterniß im voraus angesetzt; so würde die nte, in die Conjunction fallende Finsterniß demgemäß offenbar nach t + n ($42^h\ 28'\ 42''$) kommen müssen; sie wird aber, in diesem letzteren Stande der Erde gegen den Jupiter, wirklich erst zur Zeit t + n ($42^h\ 28'\ 42''$) + 16′ wahrgenommen, eben weil das Licht vom Oppositions- bis zum Conjunctions-Puncte noch 16′ über die Zeit gebraucht, nach welcher die nämliche Finsterniß in jenem ersteren Puncte schon wieder zu Gesicht käme. — Diese Art von Verdeutlichung muß befriedigen.

° Da aber in der Conjunction, welches ich eben deßwegen gleich vorn bevorwortet habe, hinwiederum, ganz wie in der Opposition, der Umstand eintritt, daß sich die Entfernung der Erde vom Jupiter hier auch eine Zeitlang kaum verändert, so bleibt das Intervall zwischen den Ein- (oder Aus-) tritten dabei nicht weniger unverändert (auf so lange = $42^h\ 28'\ 42''$; dasselbe ist jetzt wieder das „wahre", wie in der Opposition): jeder Eintritt wird jetzt zwar 16′ später als in der Opposition erblickt; aber eben daraus folgt, daß sich der Zeitraum zwischen je zwei successiven Eintritten gleich lang finden muß. Diese doppelte Modification des Vorganges ist wohl zu unterscheiden. — Man könnte mir zwar einwenden, daß eine solche wirkliche Beobachtung in der Conjunction selbst, wo Jupiter also hinter der Sonne steht, praktisch nicht ausführbar sey; allein mir liegt ob, die Sache unter dem theoretischen Gesichtspuncte völlig aufzuklären.

Jupiters und der Erde abſehenden) und den wirklichen (durch dieſe Veränderung afficirten) Momenten des Eintrittes eines Jupiter-Mondes in den Schattenkegel ſeines Planeten („Jupiter-Mondfinſterniſſe") heißt, wie ich, bevorwortetermaßen, erſt nach der vorausgehenden Explication, definiren kann, die „Lichtgleichung"*, und zwar die „große", weil ſie wegen der Excentricität der Jupitersbahn und der daher rührenden, ſie mit bedingenden Entfernungs-Vergrößerung oder Verkleinerung dieſes Planeten in den Oppoſitionen oder Conjunctionen**, noch eine Correction erfahren muß, welche man ihr unter dem Namen der „kleinen Lichtgleichung" entgegenſetzt. Das Argument jener „großen Lichtgleichung" iſt, dem Vorgetragenen gemäß, offenbar der Abſtand der Erde vom Jupiter; die „kleine" hängt, eben ſo offenbar, von der Anomalie dieſes Planeten ab; — und man ſieht auſſerdem leicht ein, daß, wie ich auch gleich Eingangs angedeutet habe, beide Gleichungen nicht auf den, wegen der Häufigkeit ſeiner Verfinſterungen zu dieſer Beobachtung nur beſonders geeigneten und als rechnendes Beiſpiel hervorgehobenen, erſten (innerſten, dem Planeten nächſten) Jupiter-Mond eingeſchränkt, ſondern vielmehr allen 4 Monden gleich ſehr gemein iſt.

Anlangend die Geſchichte dieſer vortrefflichen, im engſten Zuſammenhange mit der Theorie der Abirrung ſtehenden (und deßwegen auch ſchon dort, S. 11. erwähnten) Ermittlungen über die Geſchwindigkeit des Lichtes; ſo verdanken wir dieſe Entdeckung dem Olof Römer, einem Dänen von angeſehener Familie und eifrigen Liebhaber der Sternkunde, welcher ſich gegen Ende des 17. Jahrhunderts zu Paris aufhielt, und daſelbſt mit dem (uns bereits mehrfach bekannt gewordenen) älteren Caſſini, zwiſchen 1670 und 1675 viele Verfinſterungen* der Jupiter-Monde beobachtete. Sie hatten dabei gefunden, daß namentlich der erſte dieſer Monde ſelten zur berechneten Zeit aus (vergl. d. Anmerk. und die gleich anzuführende Figur) dem Schatten trat, wie denn z. B. dieſer Austritt am 9ten Novbr. 1676 um 10 Minuten ſpäter als im Auguſt bemerkt wurde, da die Erde dem Jupiter näher geſtanden hatte. Dieſe Austritte erfolgten auch immer noch ſpäter (die Beobachter bekamen dieſelben immer ſpäter zu Geſicht), je weiter ſich die Erde vom Jupiter entfernte, wogegen die wirkliche Erſcheinung der Eintritte früher Statt hatte als die berechnete, ſobald ſich die Erde (in der andern Quadratur) dem Jupiter näherte. Wenn die Erde, um jetzt eine (eben verſprochene) Figur (2 der Tafel III.) zu benützen, wie auch Lalande („Aſtronomie." §. 2897.) eine ſolche ſeiner Erzählung dieſer Römer'ſchen Entdeckung beifügt, durch O Q C, alſo durch die erſte Quadratur Q ging, wo man bequemer die Austritte bei a beobachtete, ſo wurden dieſelben immer ſpäter geſehen; und im Conjunctionspuncte C kamen ſie (wie es nach un-

* Bei dieſer Erklärung iſt, wie man leicht einſieht, das t der mittelbar vorausgehenden Anmerkung als Epoche (Terminus a quo) angenommen, und die Zeit, welche das Licht vom Jupiter bis zur Erde in der Oppoſition gebraucht und worauf ſich die frühere Anmerkung bezieht, als eine Conſtante, natürlich nicht weiter in Betracht gezogen worden.

** Ein weiteres Detail würde mich über meine Abſicht des Hervorhebens des Hauptpunctes: nämlich „des Zuſammenhanges zwiſchen der nur ſucceſſiven Lichtpropagation und der Verſpätung des Gewahrwerdens der Jupiter-Mondfinſterniſſe" hinausführen; man begreift aber von ſelbſt, daß die Entfernung des Jupiter in den Oppoſitionen oder Conjunctionen durch den Umſtand modificirt wird, ob dieſer Planet ſich zugleich in ſeinem Perihelium oder Aphelium befindet, welche Entfernungs-Verſchiedenheit der doppelten „Excentricität" gleich kömmt.

* Vergl. wieder d. A. Finſterniſſe, S. 538 und 539, wo zugleich die Gründe angeführt werden, aus welchen man in gewiſſen Fällen lieber die Aus-, und in andern Fällen vielmehr die Eintritte beobachtet, auf welche Auseinanderſetzung ich mich hier nicht neuerdings einlaſſen kann.

ferer obigen Erklärung des Vorganges geschehen mußte) in dieser Art erst ganze 14 bis 16 Minuten später wirklich zu Gesicht, als es nach einer auf den Oppositionspunct O bezogenen Rechnung (deren Resultat wir deßwegen oben das „wahre", durch Entfernungs-Veränderung nicht afficirte genannt haben) der Fall hätte werden sollen; — beim Laufe der Erde durch die andere Hälfte CO ihrer Bahn aber (und also durch die entgegengesetzte Quadratur bei Q') wurden die, hier bequemer wahrnehmbaren Eintritte successiv früher erblickt, als die Rechnungsdauer angab (ein nächster Eintritt folgte hier — vergl. vorn — dem unmittelbar vorangegangenen schon nach $42^h\ 28'\ 28''$, statt daß, in der Opposition O, $42^h\ 28'\ 42''$ also 14'' mehr, dazwischen verstrichen). Römer verfiel sogleich auf die richtige Erklärung dieser Erscheinungen, und trug die Sache der Akademie der Wissenschaften in der Sitzung vom 22. Novbr. 1675 vor; da aber Descartes angenommen hatte, daß sich das Licht „in instanti" fortpflanze, und die Akademie damals noch sehr Cartesianisch gesinnt war: so fand Er Widerspruch. Cassini selbst und (sein Verwandter) Maraldi (Observator an der Sternwarte der Akademie) waren nicht sogleich seiner Ansicht, wiewohl sie sich später dafür erklärten; Huygens und Newton dagegen gaben die Richtigkeit der Römer'schen Hypothese augenblicklich zu; und die Anwendung, welche der Englische Astronom Bradley bald nachher (1728) zur Darstellung der Aberration (vergl. nochmals d. A. S. 16) davon machte, ließ endlich keinerlei weiteren Zweifel darüber zurück.

Ausführlicher und astronomisch-technischer, wenn auch sonst vielleicht in derjenigen Hauptrücksicht, welche ich hier besonders hervorzuheben hatte, nicht befriedigender, trägt Lalande die Theorie der „Lichtgleichung" im schon citirten 18ten Buche seiner „Astronomie" vor, womit man, was namentlich das Historische betrifft, Weidler's (des Wittenberger Mathematikers) überaus gründliche „Historia Astronomiae." Witteb. 1741. 4. S. 540 flgd. vergleichen mag. Tafeln endlich über beide (die „große" und „kleine") Lichtgleichungen gewährt unter andern die oft angeführte „Berliner" Sammlung. III. 37. — mit welchen Notizen ich denn diesen so höchst interessanten Art. beschließen kann.

Limbus; Limbus; *Limbe.* So wird, mit Anwendung auf astronomische Instrumente, namentlich der in seine Grade, Minuten u. s. w. eingetheilte „Rand" des Quadranten benannt.

Linsengläser, Glaslinsen, dioptrische Linsen; Lentes dioptricae; *Verres dioptriques.* Gläser von kreisförmigem Umfange, und deren eine oder beide Flächen eine kugelförmig* erhabene oder aber eine hohle Krümmung haben. — Nur vermittelst der Gläser von einer solchen „linsenförmigen" Gestalt kann, wie ich, um die Wichtigkeit des Gegenstandes für uns zu bezeichnen, gleich hervorheben muß, diejenige Brechung der Lichtstrahlen erlangt werden, wodurch die ganze Wirkung der (Refractoren) Fernröhre (vergl. d. A.) bedingt ist; und ich bin daher gezwungen, mit besonderm Bezuge auf jene Theorie der Brechung, und zwar der aus Luft in Glas und umgekehrt tretenden Lichtstrahlen, in mehreres Detail über den Gegenstand eingehen.

Die verschiedenen Arten dieser sogenannten „Linsen" zuvörderst anlangend, so heißt ein solches Glas, wenn es auf

* Ich muß, einschränkend, gleich bevorworten, daß man jetzt ausschließend nur sphärische „Linsen" anwendet; Versuche, den Zweck der Linsen durch eine elliptische oder hyperbolische Gestalt derselben vollkommener zu erreichen, haben kein befriedigendes Resultat gegeben, daher ich auch weiter gar nicht davon spreche. Ferner darf z. B. ein Uhrglas, obwohl es, indem auch eine seiner Seiten erhaben und die andere hohl ist, bei der obigen Definition einbegriffen zu seyn scheint, doch nicht zu den „Linsen" gerechnet werden, weil seine beiden Seiten parallel sind (die Dicke des Glases überall gleich ist), daher ein solches Glas die Strahlen (vergl. nun weiter im Texte) wie ein Planglas „bricht".

beiden Seiten erhaben* iſt, ein Converconver, Biconver (Lens utrinque convexa; *Verre convexo-convexe*, biconvexe oder doublement-convexe); iſt es auf der einen Seite erhaben, und auf der andern eben, ein Planconver, eine „halbe Linſe“ im Gegenſatze der vorangehenden „ganzen“ (Lens plano-convexa; *Verre plan-convexe*); und iſt es wieder nur auf der einen Seite erhaben, und auf der andern hohl, doch ſo, daß (ſ. d. Anmerk.) die Halbmeſſer der beiden Krümmungen ungleich ſind (der Halbmeſſer der — vergl. hinten — erhabenen Seite kleiner iſt), ein Meniskus (oder wegen der Aehnlichkeit ſeines Durchſchnittes mit der Mondſichel**) Mond (Meniscus, Lunula; *Ménisque*). Dieſe drei Arten haben das gemein, daß ſie in der Mitte dicker als gegen den Rand ſind; ſie machen zuſammen die Claſſe der erhabenen Linſen oder Convergläſer (Lentes convexae; *Verres convexes*) aus, unter welcher letzteren Benennung, über das Allgemeinſte ihrer Eigenſchaften, aber mit Verweiſung wegen des Näheren hierher, ſchon in einem eigenen Artikel gehandelt worden iſt. Nach dem verſchiedenen Gebrauche, den man von ihnen macht, erhalten ſie verſchiedene Namen; das „aſtronomiſche“ Fernrohr, in Bezug auf welches ſie (vergl. d. A.) für uns beſonders wichtig ſind, erfordert ſowohl zu ſeinem Objectiv als Ocular*, „Converconver“-Gläſer, „Linſen“ (Lentes; *Lentilles*, Verres lenticulaires), wie ſie dann, ihrer Geſtalt wegen, im eigentlicheren Verſtande heißen.

Die zweite Claſſe der Linſengläſer dagegen, die Claſſe der Hohlgläſer oder hohlen Linſen (Lentes concavae; *Verres concaves*) hat den gemeinſchaftlichen Charakter, in der Mitte dünner als am Rande zu ſeyn (welche ungleiche Dicke ein ſolches Glas eben vom oben erwähnten, überall gleich dicken „Uhrglaſe“ unterſcheidet): ein ſolches „Hohlglas“ iſt entweder auf beiden Seiten hohl, ein Concavconcav (Lens utrinque concava; *Verre concavo-concave*, wie wir ein ſolches eben im Ocular des Galilei'ſchen Fernrohres kennen gelernt haben), oder auf der einen Seite hohl und auf der andern eben, ein Planconcav, ein „einfaches Hohlglas“ im Gegenſatze des vorangehenden „doppelten“ (Lens plano-concava; *Verre plan concave*), oder aber wieder nur auf der einen Seite hohl, und auf der andern erhaben (doch ſo, daß hier der Halbmeſſer der hohlen Seite kleiner** iſt, wodurch ſich dieß Glas vom „Meniskus“ unterſcheidet, bei welchem (vergl. oben — vielmehr der Halbmeſſer der erhabenen Seite kleiner ſeyn muß), ein Concav-conver (Lens concavo-convexa; *Verre concavo-convexe*).

Bei allen dieſen Glaslinſen heißt ſo-

* Eine ſolche Linſe heißt dabei „gleichſeitig“, wenn die Krümmungshalbmeſſer ihrer Vorder- und Hinterfläche gleich ſind; im entgegengeſetzten Falle „ungleichſeitig“. Von der Berückſichtigung dieſes Unterſchiedes bei der Einrichtung der „Linſen“ für Fernröhre habe ich in dem auch oben citirten beſondern Art. Convergläſer gehandelt, wohin ich, gleichwie wegen der achromatiſchen und aplanatiſchen Linſen, auf den andern eigenen Art. Achromatiſch verweiſen muß; bei den hier anzuſtellenden Betrachtungen bleiben dieſe Rückſichten ohne beſtändige Erwähnung. — Ich bevorworte auch dieß gleich ausdrücklich, und erinnre alſo nur noch gelegentlich daran.

** Dieſe Aehnlichkeit tritt beſonders in einer Figur, welche natürlich nur den Durchſchnitt angeben kann, deren Beibringung ich aber nicht einmal nothwendig gefunden habe, hervor.

* Für Leſer, denen die Sache aus dem citirten Art. nicht gleich erinnerlich ſeyn ſollte, hebe ich nochmals hervor, daß ich vom „aſtronomiſchen“ Fernrohre ſpreche; Ihr gewöhnliches (Theater-Perſpectiv, Galilei'ſches) Fernrohr hat dagegen (zwar auch ein „converconveres“ Objectiv, aber) ein „concavconcaves“ Ocular.

** Mit andern Worten: „daß die Höhlung in das Kugelſegment nach einem kleineren Halbmeſſer hineingeſchliffen, und alſo hier der Charakter der Concavität überherrſchend iſt“.

dann die Linie, in welcher die Mittelpuncte der Krümmungen liegen, die Axe der Linse, und der in die Mitte der letzteren fallende Axenpunct der optische Mittelpunct; eine Linse aber ist „richtig centrirt", wenn alle ihre Theile symmetrisch um die Axe geordnet sind, welche Bedingung bei den folgenden Betrachtungen stillschweigend stets vorausgesetzt wird. Verstanden werden, nach Andeutung der Definition, bei dieser Untersuchung, zunächst bloß Linsen von Glase (obwohl, wie ich hier jedoch nur historisch erwähne, für einzelne Fälle auch Linsen von reinen durchsichtigen Edelsteinen in Gebrauch gekommen sind); und man bedient sich, bei der wirklichen Anfertigung, dazu des weißen Spiegelglases (auf welches sich also die hier zu machende Anwendung der Theorie der Brechung der Lichtstrahlen aus Luft in Glas, und umgekehrt, beschränkt, wogegen, wie ich nachmals erinnern wollte, die beim Gebrauche anderer besonderer Glasarten, wie des Flint- und Crown-Glases, für die daraus zusammgesetzten* Linsen der Refractoren, eintretenden Modificationen im schon citirten Art. Achromatisch besonders erörtert sind).

Bei dergleichen „richtig centrirten" Linsen können, wie man ohne weiteres zugibt, die Flächen um die Mitte als parallel angesehen werden; ist hiernach die Dicke der Linse nicht zu beträchtlich, so läßt sich (vergl. Brechung, auf deren angekündigte Anwendung ich also jetzt komme, S. 128. Satz 4.) ohne Fehler annehmen, daß jeder („schief", denn bei senkrechten verstände es sich demgemäß von selbst) auf die Mitte einer Linse fallende Strahl ungebrochen durchgehe; eine Grundbedingung bei dem Folgenden, und welche ich daher besonders wohl in das Auge zu fassen bitte.

Man nennt, wie ich noch bevorworten muß, bisweilen eine Glaslinse einzöllig, zweizöllig, dreifüßig u. s. w., wenn der Krümmungsdurchmesser 1 Zoll, 2 Zoll, 3 Fuß u. s. w. beträgt, welcher Ausdruck also die Krümmungsgleichheit der Vorder- und Hinterfläche voraussetzt; da aber die beiden Krümmungen auch ungleich seyn können, wie beim Converconver (vergl. die dießfallsige obige Anmerk.) sehr oft, und beim Menisкus sogar (nothwendig) immer, so werde ich diesen Ausdruck, wenigstens ohne nähere Bestimmung, nicht anwenden.

Die Theorie der Linsengläser, als Grundlage der ganzen Lehre von den Fernröhren, ist für uns von der größten Wichtigkeit, und muß daher, wie auch gleich Eingangs d. A. bevorwortet ist, hier mit einer gewissen Ausführlichkeit vorgetragen werden, wozu die, für einzelne A. A. ohnedieß ausbedungene Mit-Anwendung einiger Formelsprache unentbehrlich seyn wird. Ich werde dabei zunächst und bloß einleitend, die Brechung des Lichtes durch eine einzelne krumme, die Kugel-Fläche, hierauf aber die Brechung durch „Linsengläser", also durch zwei Flächen, betrachten, daraus die Eigenschaften dieser Linsengläser herleiten, und sodann, viertens, zeigen, wie sich die durch dergleichen Gläser wahrgenommenen Gegenstände darstellen.

Brechung* durch eine Kugelfläche.

Wenn PQ (Tafel III. Fig. 3.) den Durchschnitt einer Kugelfläche vom Halbmesser CA vorstellt, so läßt sich der Weg

* Ich setze nämlich, um es nochmals hervorzuheben, bei der, erwähntermaßen, jetzt zu machenden Anwendung der Theorie der Brechung auf die Linsengläser, nur solche, nicht weiter zusammgesetzte (homogene) Linsen von Einem und demselben (dem weißen Spiegel-) Glase, also auch nur von Einerlei Brechungsvermögen, voraus, und abstrahire hier ganz von achromatischen, aus mehreren Glasarten, von verschiedenem Brechungsvermögen zusammengesetzten Linsen, über welche sich, gleichwie über aplanatische Linsen, der oben citirte besondere Art. Achromatisch verbreitet.

* Ich bin hierbei freilich gezwungen, die allgemeinen Gesetze und Ausdrücke der Theorie der Brechung als bekannt vorauszusetzen, oder aber die Leser wiederholentlich um vorherige Vergleichung dieses Artikels zu ersuchen. Eine vollkommne

des Lichtstrahls BP, nach der Brechung bei P, bloß durch Zeichnung finden. Denn das Einfallsloth ist alsdann die aus dem Mittelpuncte C der Kugel durch P gezogene Gerade CL, und die Fläche des Papiers gibt die Brechungsebene ab, in welcher also auch der gebrochene Strahl fortgeht; BPL aber bildet den als gegeben vorausgesetzten Einfallswinkel (x), und dessen Sinus man demnach aus den Tafeln nehmen kann.

Ist nun das Brechungsverhältniß m:n, d. h. hat man
sin d. Einfallswinkels (x) : sin d. Brechungswinkels (y) = m:n, so findet sich $\sin y = \frac{n}{m} \sin x$, und dem zu Folge der Winkel y selbst, welcher an CL bei P angesetzt, die Richtung PV angibt, welche der (bei P Einmal gebrochene) Strahl BP annimmt und (vergl. unten, abgesehen von neuer Brechung, als worauf ich erst unten komme) verfolgt.

Nun soll aber, bevorwortetermaßen, hier (zuerst) nur von Glasflächen, in welche die Strahlen aus Luft eintreten (und hernach vom umgekehrten Falle), die Rede seyn, wobei m:n bekanntlich = 3:2 ist, daß also $\sin y = {}^2/_3 \sin x$ wird, für welchen Sinus sich, wenn x nicht über 30° beträgt, ohne merklichen Fehler $y = {}^2/_3 x$ selbst setzen läßt*. Dieß erleichtert die Zeichnung noch mehr: man darf nur zwischen den Schenkeln des Winkels CPR (Scheitelwinkel des Einfallswinkels BPL) mit beliebigem Halbmesser einen Bogen beschreiben, denselben (vergl. d. Fig.) in drei gleiche Theile theilen, und zwei davon für das Maß von y nehmen.

Auf diese Art findet man leicht, daß Strahlen, welche auf die Kugelfläche Q (Fig. 4.) mit der Axe (dem Kugel-Halbmesser) AC parallel auffallen, nach der Brechung aus Luft in das Glas der Kugel, in letzterer eine Richtung (einschlagen und) verfolgen, welcher gemäß sie sich (abgesehen, wie ich oben sage, von einer neuen Brechung beim Wiederaustritte aus der Glaskugel in Luft, und auf welchen Umstand ich also erst nachher komme) bei V, wo AV = 3AC, d. h. in einer Entfernung von 3 Kugel-Halbmessern von A unter sich und mit der (verlängerten) Axe vereinigen würden. — Diesen Satz hat schon der große, nicht bloß um die Astronomie, sondern auch um die Dioptrik (vergl. d. A.) verdiente Kepler: „Dioptrice s. demonstratio eorum, quae visui et visibilibus propter conspicilla non ita pridem inventa accidunt. Auct. *Kepler*“. Aug. Vind. 1611. 4. prop 35 sqq.

Weit allgemeiner aber kann man die Brechung in Kugelflächen durch folgende Rechnung bestimmen.

Es sey (wieder Fig. 3. unserer Tafel III.) QP die Fläche einer Kugel vom Halbmesser CA = r, durch welche Kugel der in A senkrecht einfallende Strahl BV, dem vorn hervorgehobenen Brechungsgesetze gemäß, ungebrochen durchgeht, und die Axe vorstellt: ein leuchtender Punct B in dieser Axe, dessen Abstand BA von der Kugel = b, sende auf sie den Strahl BP, welcher nach dem Brechungs-Verhältnisse m:n gegen PV gebrochen wird; man fragt, wo dieser gebrochene Strahl (mit der, um es zu wiederholen, bei dieser einzigen Brechung erhaltenen, weiter unverändert angenommenen Direction) die Axe erreichen werde, d. h. man sucht AV.

Vorausgesetzt, daß P nahe bei A liege, und daß also die, sich aus dem Vorangehenden und bei dem bloßen Anblicke der Figur ergebenden Winkel t, o, x, y, u klein sind, verhalten sich t, o, u, umgekehrt wie b, r, AV; und x (der Einfallswinkel) ist zu y (dem Brechungswinkel) = m:n; daher kommt o:t = b:r*; und da x, als äußerer Winkel = o + t, o:x = b:b + r, welches, verbunden mit der Pro-

Abrundung des gegenwärtigen Vortrages in sich selbst, wie ich sie mir sonst zur Aufgabe mache, scheint unthunlich.

* Sey x = 30°, so wird y also = ${}^2/_3$ x = 20°; der Sinus von 30° ist = 0,5, von 20° = 0,342; und man hat in der That nahe 5 : 3,42 = 3 : 2: der Winkel von 30° verhält sich unmittelbar zum Winkel von 20°, fast wie der Sinus jenes zum Sinus dieses Winkels.

* Man hat . CP:PA = 1:sin o,
und . . . BP:PA = 1:sin t,

portion . . x : y = m : n,

ferner . . o : y = mb : nb + nr

gibt; hieraus folgt o − y : o = (m − n) b − nr : mb, und (wegen der Gleichheit o − y = u) . . . u : o = (m − n) b − nr : mb; man hat aber auch u : o = r : AV,

und demnach $AV = \frac{mbr}{(m-n)\,b - nr}$,

oder für den vorliegenden Fall der Brechung aus Luft in Glas, wo wir m = 3, n = 2 fanden, das geſuchte . . $AV = \frac{3r}{1 - \frac{2r}{b}}$.

Aus dieſer Formel, auf welche, gleichwie auf die zu ihrer Darſtellung dienenden Sätze, wir in der alſo gleich folgenden Betrachtung der „Linſengläſer“ ſelbſt, immer Bezug zu nehmen haben werden, läßt ſich nun, bevorwortemaßen, Alles ableiten, was zunächſt über die Brechung durch eine Kugelfläche gefragt werden kann.

1. Sind die einfallenden Strahlen (nochmals Fig. 4.), wie wir dieſen, unten ſpeciell anzuwendenden Fall ſchon vorn bloß zeichnend behandelt haben, mit der Axe parallel, ſo iſt b oder AB unendlich* groß, daher der Bruch $\frac{2r}{b}$ verſchwindet, und AV wieder = 3r wird: die Strahlen laufen dann (vergl. oben) ſo, daß ſie ſich in V vereinigen würden.

2. Iſt BA dem Durchmeſſer der Kugel gleich (in welchem, wie im folgenden Falle — vergl. d. Anmerk. — ein Strahlenkegel auf das Glas fällt), alſo b = 2r, oder b − 2r = o, ſo wird AV unendlich groß**, d. h. die Strahlen vereinigen ſich dann gar nicht, ſondern laufen, nach der Brechung, mit der Axe parallel.

3. Iſt BA kleiner als der Durchmeſſer, z. B. nur dem Halbmeſſer gleich, oder b = r, ſo wird AV = − 3r** d. h. negativ: den Strahlen widerfährt das, was der Vereinigung entgegengeſetzt iſt; ſie werden zerſtreuet (divergent, als ob ſie aus einem, um 3r vor der Kugelfläche liegenden Puncte kämen).

4. Der nämliche Fall tritt ein, wenn die Kugelfläche QP hohl, und ihr Halbmeſſer demnach von entgegengeſetzter Lage, mithin negativ, − r iſt, wodurch $AV = \frac{-3rb}{b + 2r}$ wird.

5. Sind die Strahlen ſchon vor der Brechung convergent, ſo liegt der Punct (B) der Axe, gegen welchen ſie gerichtet ſind, hinter A, oder b wird negativ, wofür die Formel AV =

---

woraus, da CP = CA = r, und BP = BA = b . . . o : t = b : r, wie oben kommt; die vorausgeſetzte Nähe von P bei A erlaubt dieſe Annahmen, namentlich die ſchon vorn hervorgehobene Subſtitution des Verhältniſſes der Winkel ſelbſt ſtatt des Verhältniſſes ihrer Sinus.

* Nur die von einem „unendlich“ entfernten leuchtenden Puncte anlangenden Strahlen, dürfen als parallel angeſehen werden; von einem näheren Puncte ſind ſie, wie man ohne weiteres zugibt, divergent: der Strahlenkegel verwandelt ſich bloß in jenem Falle in den Strahlen-Cylinder (der Figur). Man muß dieß beim Verfolge der obigen Auseinanderſetzungen im Auge behalten.

* Man gebe, um Dieß noch ſchneller zu überſehen, unſerer Gleichung $AV = \frac{3r}{1 - \frac{2r}{b}}$ die Geſtalt $AV = \frac{3r}{\frac{b-2r}{b}} = \frac{3rb}{b-2r}$, alſo für b = 2r, $= \frac{3rb}{o}$.

** $AV = \frac{3rb}{b-2r}$, alſo für b = r, $= \frac{3r^2}{-r} = -3r$.

$\frac{-3rb}{-b-2r} = \frac{3rb}{b+2r}$ wird: solche Strahlen bleiben bei einer erhabenen Fläche, wo r positiv ist, allezeit convergent; bei einer hohlen, wo r negativ, werden sie parallel, wenn $b = 2r$, und divergent, wenn $b > 2r$.

6. Für Brechung aus Glas in Luft, worauf ich nunmehr komme, wird das Brechungs-Verhältniß (umgekehrt) $n : m$; also verwechseln m und n ihre Stellen, und es wird $AV = \frac{nbr}{(n-m)b-mr}$, der, für $n = 2$, $m = 3$, $= \frac{2br}{-b-3r} = -\frac{2br}{b+3r}$. Der negative Werth dieses Ausdruckes zeigt, daß bei einem solchen Brechungsfalle erhabene Glas-Flächen die divergenten Strahlen zerstreuen; für hohle Flächen und divergente Strahlen hat man r-, und wenn die Strahlen dabei convergent sind, b negativ zu setzen. Um dieß Alles in Ein Beispiel zusammenzufassen, nehme man an, die Strahlen, welche (Fig. 4.) schon durch die Vorderfläche der Glaskugel so gebrochen waren, daß sie, wie vorn gezeigt ist, die Richtung nach V haben, gingen an der Hinterfläche q p erst wieder aus dem Glase in die Luft (erlitten also hier die oben ausgeschloßne zweite Brechung), und man suche v (oder av), wo sie sich nach dieser zweiten Brechung wirklich vereinigen müssen: so ist wegen der hohlen Fläche q p, und der Convergenz der Strahlen, sowohl r als b negativ, und aV d. h. b auch $= AV - Aa = 3r^{*} - 2r = r$, daher $av = \frac{2rr}{r+3r}$** $= \frac{1}{2}r$ kommt, welcher Ausdruck zugleich den Satz erweist, daß eine Glaskugel Parallelstrahlen hinter sich in der Weite $\frac{1}{2}r$ vereiniget *, oder daß die Brennweite einer Glaskugel dem vierten Theile ihres Durchmessers gleich ist.

Mit diesen, wie gesagt, bloß vorbereitenden Sätzen, gehen wir nun zu unserm eigentlichen Gegenstande, zur

Brechung durch „Linsengläser."

Hinter der Glas-Kugelfläche Q A P (Tafel III. Fig. 5. für welche Alles so wie bei Fig. 3. ist) gehe der bei P gebrochene Strahl P V durch eine zweite, also die Hinterfläche einer Glaslinse bildende Kugelfläche Q D R vom Halbmesser $ED = \varrho$, aus dem Glase wieder in Luft über, so nimmt dieser Strahl dabei auch die, durch das obige Brechungs-Verhältniß $n : m$ bestimmte, neue Richtung R F an; der Punct, wo er, dieser Richtung gemäß, die Axe erreicht, heiße F: man sucht $DF = \varphi$.

Vorausgesetzt, daß die Dicke (A D) der Linse unbeträchtlich ist, und P, wie vorher, hinreichend nahe bei A liegt, verhalten sich die Winkel o, p, v (deren Bedeutung wieder aus dem bloßen Anblicke dieser Fig. 5. und ihrer Vergleichung mit Fig. 3. erhellt) umgekehrt wie r, ϱ, φ; auch ist $w : z = n : m$ **.

$3r + 2r$, also $-b = -r$, d. h. $+b = +r$ sey, durch welche Substitution av wie oben, $= \frac{1}{2}r$ kömmt.

* Ohne diese zweite Brechung würde die Vereinigung (vergl. vorn) erst in einer Weite $= 3r$ erfolgt seyn; die Brechung aus Glas in Luft (aus dem dichteren in das dünnere Mittel) vergrößert den Brechungswinkel, und bewirkt also (die Vergleichung der folgenden Fig. 5. zeigt es recht augenscheinlich) eine frühere Vereinigung. — Ich weiß, daß viele Leser eine solche allgemeinere Darstellung der Gründe des Vorganges der strengen analytischen Entwicklung vorziehen, und bringe die Anmerkung darum auch noch bei.

** Der Winkel z nämlich ist $= FRG = W +$ der Vergrößerung, welches W durch die Ablenkung des Strahles P V in die neue Richtung R F er-

* AV war nämlich, wie meine Leser sich erinnern, vorn $= 3r$ ermittelt worden.

** av wird unter der Bedingung gefunden, daß im vorausstehenden Ausdrucke für AV, nämlich in $\frac{-2br}{-b+3r}$, sowohl r als b negativ, und b zudem $= 3r - 2r$, oder daß (wegen des negativen Zeichens für beide) $-b = -$

Man hat daher . . . . . $v : p = \varrho : r$,
und . . . . . $u : o = (m-n)\,b - nr : mb$,
hieraus aber . . . . . $u : p = (m-n)\,b\,\varrho - nr\,\varrho : mbr$;
ferner ist (indem $w = p + u$) $p : w = mbr : mbr + (m-n)\,b\varrho - nr\varrho$,
welches, verbunden mit . . $w : z = n : m$,
gibt . . . . . $p : z = nbr : mbr + (m-n)\,b\varrho - nr\varrho$;
und da außerdem . . . . . $v = z - p$,
so erhält man $v : p = mb\,(r+\varrho) - nb\,(r+\varrho) - nr\varrho : nrb = (m-n)\,b\,(r+\varrho) - nr\varrho : nbr$;
es ist aber auch $v : p$ . . . . . $= \varrho : \varphi$,

woraus also das gesuchte $\varphi = \frac{nbr\varrho}{(m-n)\,b\,(r+\varrho) - nr\varrho}$, oder da $n = 2$, $m = 3$,

$$= \frac{2\,b\,r\varrho}{b\,(r+\varrho) - 2\,r\varrho} = \frac{2\,r\varrho}{r+\varrho - \frac{2\,r\varrho}{b}}$$

hervorgeht, eine Formel, welche wir mit A bezeichnen wollen. Unter den gemachten Voraussetzungen gibt dieselbe für alle Strahlen, welche, vom leuchtenden Puncte, zwischen A und P einfallen, Einerlei F; und also wird das Licht, welches in einem Kreise vom Halbmesser AP um A, auf die Linse fällt, von allen Seiten her, in diesem Puncte F vereiniget. Derselbe heißt daher der Vereinigungspunct, oder, weil sich in ihm zugleich der leuchtende Punct B wieder abbildet, der Ort des Bildes (vergl. hinten); DF (φ) aber ist die Vereinigungsweite, der Abstand des Bildes vom Glase (von der Hinterseite der Linse). Wird der Werth von φ negativ, so fällt F vor das Glas: die Strahlen laufen dann hinter demselben so auseinander, als ob sie aus F herkämen; in diesem Falle erhält F den Namen Zerstreuungspunct, DF (φ) wird die Zerstreuungsweite, und es entsteht kein Bild*.

Sind die einfallenden Strahlen der Axe parallel, oder ist (man vergleiche vorn) b unendlich groß, so verschwindet $\frac{2\,r\varrho}{b}$, und es wird $DF = \frac{2\,r\varrho}{r+\varrho}$, welcher, schon oben hervorgehobene Umstand namentlich eintritt, wenn die einfallenden Strahlen von der (als ein „unendlich weit" entferntes Gestirn angenommenen) Sonne herkommen; und weil diese Strahlen dann im „Vereinigungspuncte" F brennen, so heißt derselbe nunmehr der Brennpunct (Focus; *Foyer*; nämlich — vergl. d. besondern A. — hier bloß im optischen Sinne), gleichwie DF die Brennweite der Linse* (Distantia focalis; *Distance du foyer*, — Ausdrücke, welche, unter unserm astronomischen Gesichtspuncte, auch vorn ihre Anwendung finden). Man nenne diese „Brennweite" f, so ist also

B.) $f = \frac{2\,r\varrho}{r+\varrho}$ (oder für $\varrho = r$, auch $= r$); und wenn man in die obige

fährt. Die bloße Brechung im Glase würde dem Strahle die Richtung RV (den Winkel VRG mit dem Ausgangslothe EG) anweisen; die neue Brechung in Luft (aus dem dichteren Mittel des Glases in letzteres dünnere Mittel) vergrößert aber diesen Winkel, den Scheitelwinkel von ERP $= w$, um FRV, daher Winkel Z, wie ich sage, $=$ FRG kommt. — Einige Aufmerksamkeit werden meine Leser freilich anwenden müssen.

* Die ganze Wichtigkeit dieser Sätze, welche sonst unfruchtbar erscheinen könnten, erhellt erst aus Betrachtung der Anwendungen, die man von den „Linsengläsern" bei der Construction der Fernröhre macht; ich bitte daher, diesen Artikel, auf welchen ich ohnedieß nachher zurückkommen muß, alsbald zu vergleichen.

* Diese „Brennweite" ist also (vergl. hinten) die „Vereinigungsweite" solcher Strahlen, welche von einem „unendlich" (sehr) weit entfernten, leuchtenden Puncte (Gestirn) auf die Linse fallen, womit es die Astronomie eigentlich allein zu thun hat. Ich muß den Gegenstand hier indeß in seiner obigen Ausdehnung behandeln.

Gleichung A, für $\frac{2\,r\,\varrho}{r+\varrho}$ das gleiche f aus dieser letzteren Gleichung B.) substituirt, so kommt

C.) $\varphi = \frac{b\,f}{b-f}$*, welcher analytische Ausdruck, in Worte übersetzt, lehrt, daß die „Vereinigungsweite gleich dem Producte des Abstandes (b) des leuchtenden Punctes von der Linse, in die „Brennweite“ (f) dieser Linse, dividirt durch beider Differenz (b − f), ist**. Durch diese Formeln B.) und C.) läßt sich nun, wie man bei ihrem bloßen Anblicke findet, aus den Halbmessern (r und ϱ) der beiden Krümmungen die Brennweite (als die für die Astronomie, nachgewiesenermaßen, eigentlich nur in Betracht kommende Bedingung), und aus dieser die „Vereinigungsweite“ (oder, auch umgekehrt, aus Kenntniß der letzteren jene Brennweite) folgern. Es sey, um Dieß mit Bezug auf mehrere Umstände, in Einen Fall zusammenzufassen, z. B. für einen Meniskus, der Halbmesser der erhabenen Fläche = 3 Zoll, der hohlen (für welche derselbe also negativ wird) = 4 Zoll; so erhält man aus B.) die „Brennweite“ (f) dieses Meniskus = $\frac{2.3.4}{4-3}$ = 24 Zoll; die „Vereinigungsweite“ dagegen der Strahlen zum Bilde eines Gegenstandes, welchem wir den Abstand (b) von 36 Zoll beilegen wollen, findet sich bei dieser Linse sodann aus C.), und mit Bezug auf das eben ermittelte f, = $\frac{36.24}{36-24}$ = 72 Zoll*.

Beim Hohlglase thut man am besten, gleich den Werth von − f und − φ zu suchen, woraus unmittelbar die vor das Glas fallenden Zerstreuungsweiten für unendlich entfernte Gegenstände (Gestirne), gleichwie für nähere, folgen. Ist z. B. beim Concavconcav der Halbmesser der einen Fläche = 2 Zoll, der andere = 6 Zoll, so wird − f = $\frac{2.2.6}{2+6}$ = 3 Zoll; und wenn ein Gegenstand z. B. 6 Zoll weit von dem Glase absteht, so wird − φ = $\frac{3.6}{3+6}$ = 2 Zoll, d. h. die Strahlen divergiren, nach (in Folge) der durch das „Hohlglas“ erlittenen Brechung so, als ob sie aus einem 2 Zoll (also − vergl. unten − näher) vor dem Glase belegenen leuchtenden Puncte ausgingen.

Dieß ist nun der Inbegriff der Sätze über die „Brechung durch Linsengläser“, woraus wir, unter Mitbenützung der darauf begründeten, folgenden Betrachtungen, das Erforderliche für die Theorie der Fernröhre im letzteren Vortrage (S. 430 flgd. 438 und 440.), und mit Verweisung wegen der Beweise hierher, anticipirt haben. In der analytischen Entwicklung bin ich dabei meinem verewigten Lehrer, dem würdigen, uns als Verfasser des viel citirten „Physikal. Wrtb.“ hinreichend bekannten, Leipziger Naturforscher Gehler gefolgt, dessen Behand-

* Die Gleichung A lautete $\varphi = \frac{2\,r\,\varrho}{r+\varrho-\frac{2\,r\,\varrho}{b}}$; man gebe ihr, Zähler und Nenner durch r + ϱ dividirend, die Gestalt $\frac{\frac{2\,r\,\varrho}{r+\varrho}}{1-\frac{2\,r\,\varrho}{(r+\varrho)\,b'}}$ und setze dann für $\frac{2\,r\,\varrho}{r+\varrho}$ das gleiche f.

** Ist demnach b so groß, daß f (im Nenner des Bruches $\frac{b\,f}{b-f}$ dagegen verschwindet, so wird, wie ich sage und namentlich in Bezug auf d. A. Fernrohr, S. 431. hervorhebe, auch hinten wiederhole, $\varphi = \frac{b\,f}{b} = f$, d. h. die „Vereinigungsweite“ ist dann der „Brennweite“ gleich.

* Die Formel $\varphi = \frac{b\,f}{b-f}$ zeigt außerdem, daß es dabei gleichgiltig bleibt, welche Seite der Linse man dem Objecte zukehre, indem, so wie b, auch stets φ entgegengesetzt fällt.

lung des Gegenſtandes mir für unſere Zwecke und nach Maßgabe der bevorworteten Ausſchließung der achromatiſchen Linſen, derentwegen ich nochmals auf den beſondern Art. Achromatiſch verweiſe, als die angemeſſenſte erſchienen iſt; — und ich wende mich alſo, Plan-gemäß, nunmehr ſogleich zu den

Eigenſchaften der Linſengläſer.

Wenn auf eine erhabene Linſe aus einem leuchtenden Puncte divergirende (von „parallelen" iſt gleich beſonders die Rede) Strahlen fallen, ſo werden ſie, wie die weitere Erwägung unſerer Formeln, in Verbindung mit dem unten Folgenden, zeigt, nach der Brechung 1) weniger divergirend, wenn der Abſtand (b) des Punctes vom Glaſe kleiner als die Brennweite (f) iſt; 2) parallel, wenn b gleich f; 3) convergirend, wenn b größer als f iſt. Im letzteren (dem für uns eigentlich intereſſanten, ſogleich noch näher zu beſtimmenden) Falle, vereinigen ſich dieſe Strahlen wieder in einem Puncte, und es entſteht hinter dem Glaſe ein Bild des leuchtenden Gegenſtandes (eben dasjenige „Bild", auf welches ſich unſere ganze Theorie namentlich des „aſtronomiſchen" Fernrohres — vergl. d. A. durchweg — bezieht):

Mit dieſem Bilde geht es ſo zu. Der Punct A des Gegenſtandes BA (Tafel III. Fig. 6) wirft einen Strahlen-Kegel (resp. den ſchon oben nachgewieſenen Strahlen-„Cylinder") auf die Linſe DE, deſſen Strahlen ſich, wenn AC = b, und CF (< AC) = f iſt, in a, wo Ca = φ *, wieder ſammeln; eben ſo wirft der Punct B deſſelben Gegenſtandes einen zweiten Strahlenkegel auf die Linſe, deſſen Hauptſtrahl BC, indem er die Mitte der Linſe trifft (wie ich deßhalb oben ſo ſorgfältig bevorwortet habe), ungebrochen fortgeht, und mit welchem ſich alle übrigen Strahlen dieſes letzteren Kegels bei b (convergirend) vereinigen, und hier das Bild des Punctes B machen. Von allen zwiſchen A und B liegenden Puncten fällt das Bild in gleicher Art auch zwiſchen b und a; und ſolchergeſtalt entſteht aus den Einzel-Bildern dieſer ſämmtlichen Puncte das Bild ab des ganzen Gegenſtandes BA, welches, wie der Anblick der Figur am beſten lehrt, wegen des Kreuzens der Strahlen in C, umgekehrt erſcheint.

Wenn der Gegenſtand AB ſehr entfernt (z. B. ein Geſtirn), oder alſo b, wie wie wir uns ausgedrückt haben (vergleichsweiſe), unendlich iſt, ſo daß die auffallenden Strahlen demnach ſtatt zu divergiren, parallel werden, und ſich der „Strahlen-Kegel" in einen „Strahlen-Cylinder" verwandelt, welches eben den vorgeſehenen, auch ſchon vorn hervorgehobenen Fall abgibt; ſo wird φ = f, d. h. wie geſagt, Bilder „unendlich" (ſehr weit) entfernter Gegenſtände (namentlich der Sonne, kurz jedes Geſtirns) fallen in den Brennpunct (oder vielmehr in den, denſelben umgebenden Raum, den „Brenn-Raum"). Rückt der Gegenſtand dem erhabenen Linſenglaſe näher, ſo rückt das Bild dagegen vom Brennpuncte (vom Glaſe, hinterwärts) weiter ab; und es kann alſo der Linſe kein Bild näher als ihr Brennpunct zu liegen kommen *. Wird die Entfernung des Gegenſtandes der doppelten Brennweite gleich, b = 2f, ſo wird (wie man durch Subſtitution von 2f für b, in der Gleichung C.) $\varphi = \frac{bf}{b-f}$, alsbald findet), auch φ = 2f, oder ſein Bild rückt in eben dieſe Entfernung hinter dem Glaſe, und iſt alsdann eben ſo groß als der Gegenſtand **. Tritt der Gegenſtand noch

* Man überſehe hierbei nicht den Unterſchied zwiſchen Brenn- und Vereinigungs-Weite, welcher alſo nur erſt im gleich folgenden Falle paralleler Strahlen verſchwindet.

* Ich erinnre die Leſer daran, daß Sie hier nur noch mit divergent oder parallel, alſo vom Object unmittelbar auf die Linſe fallenden Strahlen zu thun haben; für convergente und demnach ſchon gebrochene ſolche Strahlen, von denen ſpäter die Rede ſeyn wird, ändert ſich, wie ich deßwegen bevorworte, das obige Verhältniß.

** In Bezug auf dieß Größen-verhältniß zwiſchen Gegenſtand und Bild: In den ähnlichen Triangeln CBA und Cab

näher an das Glas, so tritt das Bild wieder weiter ab, und wird nun größer; und steht der Gegenstand im Brennpuncte selbst (ist $b = f$), so wird φ ($= \frac{bf}{b-f}$, also in diesem Falle $= \frac{bf}{o}$) unendlich, das Bild fällt in eine unendliche Entfernung hinaus, d. h. die zur Bildung desselben dienen sollenden Strahlen convergiren dazu nicht mehr, sondern werden parallel, woraus man den Satz hat: Strahlen, welche aus dem Brennpuncte eines erhabenen Glases (also divergent) auf dasselbe fallen, laufen nach der Brechung parallel*. Wenn aber (wie ich, obwohl der Umstand nicht eigentlich mehr vor unser astronomisches Forum gehört, doch der Vollständigkeit wegen, hier noch mit anführe) das Object endlich der Linse noch näher, als ihr Brennpunct (wenn es in eine noch geringere als die Brenn-Weite von ihr) gerückt wird, so entsteht gar kein Bild mehr, indem die Strahlen dann, auch nach der Brechung, noch divergent bleiben; diese Strahlen, welche wir wieder vom Puncte A unserer Fig. 6. auslaufend annehmen wollen, werden sich aber doch, rückwärts verlängert, zu einem näher vor der Linse liegenden Puncte α vereinigen lassen, welchen man als ein unsichtbares Bild von A betrachten kann. Dieß zeigt auch die Formel C.), welche, wenn $b < f$ ist, ein negatives φ, oder eine Zerstreuungsweite gibt, für welche $-\varphi = \frac{bf}{f-b}$ wird.

Wenn aber auf eine erhabene Linse schon convergirende Strahlen treffen, ein Fall welcher, wie ich bereits vorn in der Note hervorgehoben habe, bei der Verbindung mehrerer Linsen, von denen, wie z. B. gleich in der sogenannten Zauberlaterne (Laterna magica) die zweite der ersteren näher als ihr (dieser ersteren) Brennpunt steht, eintritt; so werden die Strahlen nach der Brechung in jener zweiten Linse natürlich noch convergenter, und das entstehende Bild kann dann auch näher als der Brennpunct an dieselbe zu liegen kommen.

Die allgemeine Eigenschaft der erhabenen Gläser besteht also, wie man hiernach sieht, in der Zusammenlenkung der Lichtstrahlen: divergente Lichtstrahlen werden weniger divergent; fallen die Strahlen parallel auf, so finden sie sich nach der Brechung convergent; und convergente Strahlen endlich werden noch convergenter; — deßwegen führen solche Lin-

hat man $BA : ab = CA : Ca$, d. h. die Größe des Gegenstandes ist zur Größe seines Bildes $= b : \varphi$, oder (wenn man aus der Gleichung C.) $\varphi = \frac{bf}{b-f}$ letzteren Werth für φ substituirt) $= b : \frac{bf}{b-f} = b - f : f$. Dieser Ausdruck findet selbst Anwendung auf den Fall „unendlicher" Entfernung des Gegenstandes (des „Gestirns"), in welchem Falle zwar f gegen b verschwindet, und also Größe des Gegenstandes : Größe seines Bildes $= b : f$ kömmt, aber BA auch offenbar mit CA (und CB) gleich sehr wächst.

* Auf diesem Satze beruhet die Wirkung der „astronomischen" Fernröhre (vergl. d. A. S. 438. Sp. 2.). In denselben entwirft das Objectiv ein Bild (des beobachteten Gegenstandes, z. B. des Gestirns), welches Bild in den Brennpunct (Brenn-Raum) des erhabenen Oculars fällt; von diesem Bilde (welches jetzt den Gegenstand selbst vertritt) fahren die Strahlen natürlich wieder, und zwar nunmehr divergent aus, treffen so auf dieses Ocular, und werden demgemäß, wie ich oben sage, nach der Brechung durch dasselbe, parallel, in welcher Art sie zum Auge gelangen. — Mit noch andern Worten, welche ich nicht ohne gute Gründe wähle: das Ocular des astron. Fernrohrs ist in einer solchen Entfernung vom Objectiv angebracht, daß das vom letzteren formirte Bild stets um seine (des Oculars) „Brennweite" (im Innern der Röhre) vor dieses fällt, wonächst die nun vom Bilde divergent darauf treffenden Strahlen, nach der Brechung durch dasselbe, parallel in das, hinter ihm liegende Auge des Beobachters kommen.

ſen denn außerdem auch den gemeinſchaftlichen Namen der „Sammlungs- oder „Collectivgläſer“*, unter welchem ein eigener Artikel (vergl. denſelben), mit noch weiterer Betrachtung dieſes ſie auszeichnenden Charakters, von ihnen handelt.

Man kann ſich aber die vorgetragene Theorie dieſer Bilder, welche die „Collectivgläſer“ in der beſchriebenen Art machen, angedeutetermaßen, am bequemſten durch den Verſuch beſtätigen, wenn man nämlich eine Lichtflamme vor die (erhabene) Linſe ſtellt, und nun hinter** dem Glaſe mit einem Papiere den Ort (die Entfernung) ſucht, wo (in welcher) ſich das (umgekehrte) Bild der Flamme deutlich zeigt: geſetzt, die Brennweite der Linſe ſey 4 Zoll: man ſtelle das Licht zuerſt „ſehr weit“† vom Glaſe auf (man entferne ſich mit der Linſe „ſehr weit“ vom Lichte), ſo wird man das Bild (der Flamme) auch (ſehr klein und) wenig über 4 Zoll von der andern Linſenfläche entfernt finden; rückt man das Licht dem Glaſe allmälig näher, ſo muß man das Papier dagegen immer weiter (wenn ich ſo ſagen darf „rückwärts“) abhalten, wofern das Flammenbild gleich deutlich bleiben ſoll; auch wird das Bild immer größer; — hat man das Licht der Linſe bis auf (2.4 =) 8 Zoll genähert, ſo formirt ſich das Bild in derſelben Entfernung (der 8 Zoll) vom Glaſe, und kommt an Größe der Flamme eben gleich; und rückt man jetzt das Licht dem Glaſe noch näher, ſo muß man das Papier vielmehr immer weiter entfernen, wobei ſich das Bild nun ſtark vergrößert, bis man endlich bei einem, der Brennweite der Linſe (jenen 4 Zoll) gleichen Abſtande des Lichtes vom Glaſe gar keinen Ort mehr für das Bild findet. — Hier haben meine Leſer alſo den Augenſchein der vorgetragenen Sätze über die „erhabenen“ Gläſer; und ich kann nunmehr zu den Hohlgläſern kommen, welche wenigſtens wegen ihrer ſchon vorn erwähnten Anwendung beim (Ocular vom) Galilei'ſchen Fernrohre, auch in unſerer aſtronomiſchen Betrachtung nicht übergangen werden dürfen.

Wenn alſo auf ein ſolches Hohlglas, von welcher ſpeciellen Beſchaffenheit daſſelbe übrigens auch ſey, parallele Strahlen fallen, ſo werden ſie, wie geſagt, ſo zerſtreuet, als ob ſie aus einem näher vor dem Glaſe liegenden Puncte ausgegangen wären; dieſer Punct bezeichnet alsdann den Ort eines unſichtbaren (oder, wie man auch ſagt, bloß „geometriſchen“) Bildes° (im Gegenſatze des eben beſchriebenen, durch erhabene Linſen entſtehenden wirklichen), deſſen Abſtand (f) vom Glaſe negativ iſt, und eigentlich eine „Zerſtreuungsweite“ abgibt, welcher man aber doch den Namen der Brennweite („geometriſchen“) beilegt, den auch wir (Fernrohr, S. 432.) dafür angewendet haben.

Fallen aber auf das Hohlglas ſchon divergirende Strahlen, ſo divergiren ſie nach der Brechung noch

* Iſt die Brennweite dieſer „Sammelgläſer“ dabei unter 3 Zoll, ſo nennt man ſie auch Loupen (*Loupes*); und iſt dieſelbe unter 1/2 Zoll, einfache Mikroſkope (*Microscopes simples*).

** Eigentlich ſind hier die Bezeichnungen „vor“ und „hinter“ nicht recht adäquat; ſie ſollen nur das Gegenüberliegen von Flamme und Bild bezeichnen: das Licht kann vor die eine oder die andere Fläche der Linſe geſetzt werden.

† Dieſer gewöhnlich nur gebrauchte Ausdruck iſt nicht beſtimmt genug: die Entfernung der Lichtflamme von der einen Fläche des Glaſes muß die Brennweite der Linſe wenigſtens 1000 Mal übertreffen (im obigen Falle alſo gegen 350 Fuß betragen), wenn der Verſuch gelingen und das Bild alſo wenigſtens ziemlich genau in den Brennpunct („Brenn-Raum“) fallen ſoll. Dieß folgt aus dem Vorgetragenen.

° „Unſichtbares Bild,“ d. h. um den Begriff nochmals zu bezeichnen, das Auge empfindet die vom Gegenſtande ſelbſt herkommenden Strahlen, nach ihrer Brechung im Hohlglaſe, wodurch ſie mehr auseinander gelenkt („divergenter“ geworden) ſind, als wenn ſie von einer näher vor dem Glaſe belegenen Stelle (eben der Stelle des „unſichtbaren“, bloß eingebildeten, oder alſo bloß „geometriſchen Bildes“) ausgegangen wären.

mehr, welches auch die Formel C.) lehrt, wenn man in derselben f negativ setzt, wonächst sie eine Zerstreuungsweite $-\varphi = \frac{bf}{b+f}$ gibt, die (wie der Formel-Ausdruck selbst sogleich zeigt) allemal kleiner als bf und als f ist, daß also das (vergl. unten) „unsichtbare Bild", für diesen Fall divergenter Strahlen, nicht nur näher als der Gegenstand selbst, sondern auch näher als der Brennpunct liegt.

Sind endlich die auf das „Hohlglas" treffenden Strahlen schon convergent, welches die Verbindung mehrerer Gläser, als worauf es uns (vergl. unten) besonders ankömmt, voraussetzt; so schwächt die Brechung deren Convergenz; es wird alsdann b negativ, und $\varphi = \frac{bf}{f-b}$*, daß also solche Strahlen 1. weniger convergent werden, wenn $b < f$, 2. parallel laufen, wenn $b = f$, 3. aber gar divergirend ausgehen, wenn $b > f$ (die gleich folgende Anwendung auf das Galilei'sche Fernrohr zeigt Alles am besten). Der zweite Fall gibt den für uns eigentlich interessanten, im Art. Fernrohr, S. 431. Sp. 2. anticipirten Satz: Strahlen, welche nach dem Brennpuncte eines Hohlglases zu convergiren (in dieser Richtung auf dasselbe fallen), laufen nach der Brechung mit einander parallel*.

Wegen dieser ihrer allgemeinen Eigenschaft, die Strahlen mehr zu zerstreuen, oder doch „ihre Convergenz zu schwächen" (also das Entgegengesetzte, der die Strahlen vielmehr zusammenlenkenden und daher eben als „Collectivgläser" bezeichneten erhabenen Linsen, zu bewirken), heißen diese „Hohlgläser" also auch Zerstreuungsgläser, mit welcher, andern gemeinschaftlichen Namensbestimmung ich die Betrachtungen über sie beschließe, und, in der bevorworteten Folge, nunmehr viertens zu den

Erscheinungen der Gegenstände durch „Linsengläser"

eile.

Wenn der Gegenstand BA (Fig. 6. der Tafel III.) zunächst durch die erhabene Linse DE (von welcher speciellen Beschaffenheit sie, wie gesagt, nun auch sey) betrachtet wird, so ist Dieß

* Die allgemeine Formel C.) lautete $\varphi = \frac{bf}{b-f}$; setzt man in derselben, wie eben vorgeschrieben war, f negativ, so wird sie $\varphi = \frac{b.-f}{b+f} = -\frac{bf}{b+f}$, oder also $-\varphi = \frac{bf}{b+f}$, woraus, wenn nun b negativ ist, $-\varphi = \frac{-bf}{f-b} = -\frac{bf}{f-b}$, d. i. $\varphi = \frac{bf}{f-b}$ (siehe oben), kömmt. — Die sogleich folgende praktische Anwendung auf das „Galilei'sche Fernrohr" gibt den, diese Formel-Bestimmung bestätigenden Versuch ab.

* Im „Galilei'schen Fernrohre" l. c. steht das concavconcave Ocular vom converconveren Objectiv um die Differenz der respectiven Brennweiten ab; und sein Brennpunct fällt daher mit dem Brennpuncte des letzteren zusammen. „Nach diesem (gemeinschaftlichen) Brennpuncte convergiren also", wie ich oben sage, „die Strahlen"; sie treffen, der im Objectiv erfahrnen Brechung gemäß, in dieser Art convergirend, auf das Hohlglas, und werden nunmehr durch die neue (die zweite) Brechung im selbigen, aus der Convergenz zur parallelen Richtung abgelenkt, in der sie zum Auge des Beobachters gelangen. — Der Formel-Ausdruck $\varphi = \frac{bf}{f-b}$, in welchem φ, wenn $b = f$, $= \frac{bf}{0}$, d. h. unendlich wird, zeigt Dieß ebenfalls; wogegen ich die ohnedieß leichte Anwendung desselben Ausdrucks auf die beiden andern, nicht mehr eigentlich vor unser astronomisches Forum gehörigen Fälle, den Lesern gern selbst anheimgebe.

eben so viel, als ob man das Bild ab des Gegenstandes wahrnähme: denn wenn auch gleich dieß Bild nicht wirklich da ist, oder sich erst hinter dem Beobachter entwirft, so gehen doch die in das Auge* kommenden Strahlen alle so (werden vom Auge so empfunden), als wenn sie das Bild machen wollten (wovon man sich durch genauere Vergleichung der Figur, und nochmalige Erwägung der vorn entwickelten Gründe ihrer Construction leicht überzeugt), oder also, als wenn sie vom Bilde herkämen. Dabei sind aber (vergl. oben) mehrerlei Fälle zu unterscheiden.

1. Liegt der Gegenstand dem Glase nahe, oder ist $b < f$, so fällt das Bild vor das Glas in die Entfernung $\frac{bf}{f-b}$ (b und f in der obigen Bedeutung, nämlich b der wahren Entfernung des Gegenstandes, f der Brennweite der Linse), und erscheint aufrecht, deutlich und größer als der Gegenstand.

2. Liegt der Gegenstand im Brennpuncte selbst, daß also in diesem, schon oben für uns ausgezeichneten Falle, $b = f$ ist, so rückt das Bild in eine unendliche Entfernung, d. h. seine Strahlen laufen parallel, daher es vom „Weitsichtigen" (dessen Auge entfernte Gegenstände und von denen die Strahlen also eben „parallel" kommen, am besten wahrnimmt) deutlich, und dabei aufrecht erblickt wird.

3. Liegt der Gegenstand über den Brennpunct hinaus, so formirt sich das umgekehrte Bild (wie namentlich im „astronomischen" Fernrohr, vergl. d. A. S. 438.) hinter dem Glase; das Auge kann dabei aber entweder zwischen Glas und Bild, oder im Orte des Bildes selbst, oder hinter dem Bilde stehen (welcher letztere eben unser Fall des „astronomischen Fernrohres" ist, durch dessen Ocular das hinter dem Objectiv entworfene, umgekehrte Bild betrachtet wird): a) „Zwischen Glas und Bild" convergiren die, sich erst im Bilde vereinigenden Strahlen noch, und das Auge sieht den Gegenstand also durch solche „convergirende" Strahlen nur undeutlich, übrigens aber aufrecht und vergrößert, weil der Winkel u größer als ACB und AOB (welches letztere man der Figur leicht selbst hinzufügt) ist. b) Im „Orte des Bildes selbst" erhält das Auge nur Strahlen aus einem einzigen Puncte des Gegenstandes, und sieht also nichts als die Farbe dieses einzigen Punctes, welche sich schimmernd über das ganze Glas verbreitet. c) „Hinter dem Bilde" endlich (d. h. also in einem, die Brenn- oder doch Vereinigungs-Weite übertreffenden Abstande des Auges von der erhabenen Linse) sieht man das umgekehrte Bild (ab unserer Fig. 6. der Tafel III.), und zwar deutlich, wenn man von demselben so weit entfernt ist, als zum deutlichen Sehen erfordert wird (wobei demnach die individuelle Beschaffenheit des Auges mit in Betracht kommt), und zugleich, natürlich, größer oder kleiner, nachdem man näher oder entfernter steht.

Wäre dagegen das Glas DE (ich wende keine neue Figur an), durch welches man den Gegenstand BA betrachtet, sodann ein Hohlglas, so „schwächt" dasselbe, der hervorgehobenen allgemeinen Eigenschaft dieser Kategorie von Linsen gemäß, „die Convergenz der darauf fallenden Strahlen" (vergrößert ihre Divergenz); und das Auge empfängt also die Strahlen von dem Gegenstande BA durch ein solches (Hohl-) Glas (empfindet sie) dergestalt, als wenn sie vielmehr von dem näher* davor gelegenen Bilde $\beta\alpha$ ausgingen; und da dieß (schon oben hervorgehobene „unsichtbare") Bild, nach Maßgabe seiner vorn erklärten Entstehung (vergl. auch die Figur), kleiner und aufrecht ausfällt, so wird der Gegenstand durch ein „Hohlglas" also verkleinert, aufrecht

* Die Theorie des Sehens (des weiteren Vorganges im Auge selbst) muß ich hierbei als bekannt voraussehen; ihre Entwicklung gehört nicht eigentlich mehr vor unser astronomisches Forum.

* Je „näher" ein Gegenstand dem Glase liegt, um so divergenter fallen natürlich seine Strahlen auf dasselbe; und je divergenter Strahlen in das Auge kommen, auf einen um so näheren Gegenstand scheinen sie sich also zu beziehen.

und dabei (wofern das Auge in einer geringen Entfernung $O\alpha$ überhaupt deutlich sieht, d. h. „kurzsichtig" ist) deutlich gesehen*.

Dieß sind die Hauptsätze über die „Erscheinungen der durch Linsengläser aller Art betrachteten Gegenstände"; man bestätiget die vorgetragene Theorie, zur Erlangung der Ueberzeugung vermittelst des Augenscheins aber, wie vorhin, wiederum am besten durch den Versuch selbst, wobei sich, zumal wenn man erhabene Linsen von großen Brennweiten besitzt, namentlich außerordentliche und höchst interessante Vergrößerung, verbunden mit Deutlichkeit, erlangen läßt, wie ich denn, mit Bezug auf eigene Beobachtungen, in meinen Collectaneen finde, daß z. B. schon Tschirnhausen (Walter von, Sächsischer Gutsbesitzer, eifriger Liebhaber und Förderer der Naturwissenschaften, † 1708) durch seine sehr großen Objectivgläser, bis auf 1 Meile weit, die einzelnen Blätter an einem Baume habe unterscheiden können.

Die Geschichte der „Linsengläser" anlangend, worüber ich, nach dieser Erläuterung der Sache selbst, nur noch Einiges hinzuzufügen habe, so ist ihr Gebrauch weit älter als ihre Theorie. Aus einer Stelle des Aristophanes (Nub. Act. II. sc. 1.) möchte man schließen, daß der Gebrauch der erhabenen Linsen als Brenngläser schon in Athen bekannt gewesen sey. Strepsiades trägt an dieser Stelle ein besonderes Mittel vor, sich von seinen Schulden zu befreien: „Er wolle", sagt er nämlich, „den schönen durchsichtigen Stein nehmen, und damit an der Sonne die Rechnungen (Schrift auf Wachstafeln) ausschmelzen" — worauf ihn Socrates belehrt, es sey kein Stein, sondern Glas, so daß nicht wohl etwas Anderes als ein „Brennglas" (eine erhabene „Linse") gemeint seyn kann. Dagegen wird die gemeine und so bekannte Sage, daß Archimedes bei der Belagerung von Syrakus die Schiffe des Marcellus durch „Brenngläser" (oder Brennspiegel), verbrannt habe, wie namentlich der spätere Griechische Mönch Zonoras (um 1100 n. Chr.) die Erzählung davon in seinem „Chronikor" vorträgt, durch das Stillschweigen des Livius, Plutarch und Polybius verdächtig. Die Anwendung der „Linsengläser" zu Brillen fällt indeß erst in das 13. Jahrhundert n. Chr. (die Alten scheinen diese Anwendung der Linsen gar nicht erkannt zu haben); über die, im weiteren Verfolge davon, gemachte Erfindung des Fernrohres aber habe ich die geschichtlichen Notizen in diesem Art. S. 422. flgd. beigebracht. Eben daselbst (S. 437.) wird auch nachgewiesen, daß Kepler der Erste gewesen sey, dem wir eine richtige theoretische Erklärung des dabei Statt findenden optischen (oder vielmehr dioptrischen) Vorganges verdanken; als System findet sich die Materie jedoch erst durch Barrow (Englischer Mathematiker, Lehrer Newton's, aus dessen Biographie im Art. Gravitation wir ihn bereits näher kennen, † 1677.), in den „Lectiones opticae". Lond. 1674. 4. behandelt. Ueber die nachherige Vervollkommnung der Linsengläser vermittelst ihrer „achromatischen" und „aplanatischen" Zusammensetzung habe ich schon Eingangs auf den darüber ausführlich handelnden besondern Art. Achromatisch verwiesen (womit man den Zusatz im Vortrage über Fernröhre, S. 448. Sp. 1. vergleichen mag); und es bleibt mir daher schließlich nur

* Da meine Leser nach Maßgabe, ob sie Presbyten oder Myopen sind, den Versuch mit der einen oder der andern Art dieser Linsen, als Brillen, täglich machen, so werden Sie die beiden Kategorien der Gläser, hinsichtlich der vorgehenden Erscheinung, einander leicht selbst dergestalt gegenüber stellen können, daß alle Convergläser die Divergenz der Strahlen schwächen, als wenn diese Strahlen von einem weiter vor dem Glase gelegenen, größeren Gegenstande ausgingen, wogegen die Hohlgläser (von welcher speciellen Beschaffenheit dieselben übrigens wieder seyn mögen, wenn nur überhaupt die Concavität überwiegt) die Divergenz vermehren, als wenn ein kleinerer Gegenstand näher vor dem Glase lage. — Hierbei wird aber also durchaus eine nahe Lage des Auges an der Linse vorausgesetzt; die andern Fälle sind im Texte erläutert.

noch übrig, im literarischen Bezuge zu bemerken, daß sich, außer in Barrow's eben angeführtem Buche, ausführlichere Belehrung über die Theorie der „Linsengläser" namentlich noch in Klügel's (des Halle'schen Mathematikers öfters citirter) „Analytische Dioptrik". Lpzg. 1778. 2 B. 4. (Hauptwerk) findet, womit, unter dem praktischen Gesichtspuncte, Prechtl's (auch schon mehrfach hervorgehobene) „Praktische Dioptrik". Wien. 1828. 8. zu verbinden seyn dürfte, — Sehr ausführlich und gründlich endlich ist der, vom verewigten Lpzgr. Mathematiker Brandes für die (uns nicht weniger bereits bekannte) „Neue Ausg. von Gehler's physikal. Wrtrb." bearbeitete Art. „Linsenglas" (welcher aber auch über 80 Seiten gr. 8. faßt, und somit zugleich zu einer Gedrängtheits-Vergleichung mit meiner Darstellung dienen kann).

Log, das Log (ein Lateinischer Ausdruck fehlt); *Le Loch.* Ein ursprünglich Englisches Wort, welches ein Stück Holz bedeutet; in der Navigation, deren Technik (vergl. unten) soweit sie, näher oder ferner, eine Tochter der Astronomie ist, ich doch wenigstens nicht ganz unberücksichtigt lassen darf, eine Vorrichtung zur Messung der Schiffsgeschwindigkeit. Die Idee besteht in Folgendem: Vom segelnden Schiffe wird ein schwimmender Körper: ein „hölzerner" (daher der Name), mit einem eingelassenen Bleistreifen beschwerter, an einem sich abhaspelnden langen Faden (der „Logleine") befestigter Quadrant* ausgeworfen; dieser Quadrant (das „Logbret") ist dann als ein ruhender Punct zu betrachten, von welchem sich das Schiff mit seiner Segelgeschwindigkeit entfernt, wobei die Länge des nachgezogenen Fadens den zurückgelegten Weg z. B. für 1 Minute, mißt (nach welcher Zeit man das „Logbret" — vergl. d. Anmerk. — wieder einzieht): aus diesem kurzen Versuche wird dann (durch Regel-de-tri) ein, freilich nicht sehr sicherer Schluß (vom „Kleinen" auf das Große, nämlich) auf die Größe des Schiffs-Weges, nun z. B. in 1 Stunde, gemacht, und daraus, mit Zuziehung des verfolgten Compaßstriches, die Ortsveränderung des Schiffes in nachstehender Art abgeleitet.

Nehmen wir nämlich an, jene Compaßstrichrichtung sey genau Nordost gewesen, und das Schiff habe in derselben, der vorgeschriebenen Art der Abschätzung nach der „Logleine" gemäß, n Meilen gemacht; so durchschneidet diese, n Meilen lange, der Geringfügigkeit wegen, als gerade Linie zu betrachtende Schiffs-Route, die Meridiane, welche, aus dem nämlichen Grunde, auch als gerade, unter sich parallele Linien betrachtet werden können, nach Norden zu unter dem Winkel von („Nordost" =) 45°. Sie bildet also mit den respectiven Ortsveränderungen des Schiffes in Länge und Breite, ein ebenes, rechtwinkliges (und in diesem besondern Falle außerdem gleichschenkliges) Dreieck, in welchem sie, wie man sich auch ohne besondere Figur leicht vorstellig macht, zu jenen Ortsveränderungen, als Katheten, die Hypotenuse abgibt, und in welchem man, neben ihr, den rechten Winkel und ihren Winkel mit dem Parallelkreise (Complement der 45°, also auch = 45°) kennt, so daß die „Ortsveränderung (b) des Schiffes in Breite" (welche hier der „Ortsveränderung in Länge" gleich ist) durch die Analogie $r : n = \sin 45° : b$, sogleich daraus gefunden werden kann.

Diese Methode, die Ortsveränderung des Schiffes in Länge und Breite, aus der, mittelst des „Log's" abgeschätzten, vom Schiffe zurückgelegten Wegestrecke, in Verbindung mit dem dabei verfolgten Compaßstriche, herzuleiten, heißt die Schiffsrechnung (*Estime*), in welchem besondern Artikel ich ausführlicher darauf zurückkomme, während das hier Vorgetragene schon hinreicht, die oben angedeutete astronomische Beziehung des „Log's" darzuthun.

* Man könnte nach dem Grunde dieser Gestalt fragen: die Bleibeschwerung macht aber das so geformte Holz erst bis zur hohen Kante untersinken, wobei es seinen Ort besser behauptet; und wenn man es hiernächst wieder an sich ziehen will, so bringt das schnelle Anhalten der Schnur einen Ruck hervor, wodurch das „Logbret" flach auf dem Wasserspiegel zu liegen kommt, und nun leicht eingezogen werden kann.

Lothrecht, Bleirecht, Senkrecht, Scheitelrecht, Vertical; Verticale; *Vertical*, A plomb. Wenn eine Linie oder Ebene auf der Horizontal-Ebene eines Ortes (auf der Oberfläche des stillstehenden Wassers daselbst) perpendicular* ist, rechte Winkel mit ihr macht, so heißt sie „lothrecht" oder, aus gleich folgenden Gründen, „bleirecht". Die Erfahrung lehrt nämlich, daß der Richtung der Schwere (der, diese Richtung bezeichnenden geraden Linie), namentlich dem mit Gewicht (wozu man gewöhnlich „Blei" nimmt, daher eben der Name) beschwerten Faden: dem Bleilothe (auch bloß Loth), Senkblei (Perpendiculum; *Plomb*, Sonde) überall auf der Erde jene Eigenschaft, „rechte Winkel mit der Horizontal-Ebene zu machen", beiwohnt. Da diese Linie (der Schwere) aber (vergl. Zenith), aufwärts verlängert, zugleich den Scheitelpunct trifft, so kommt daher auch ihr fernerer Name der „Scheitellinie" (Verticale). Unterwärts verlängert kommen dagegen alle diese „Scheitellinien" im Mittelpuncte der Erdkugel** zusammen, indem jede Horizontalfläche in die Erdkugel-Oberfläche fällt, und eine Senkrechte auf ihr also zugleich ein Kugel-Radius ist; noch weiter in dieser Richtung verlängert, führt die „Scheitellinie" zum Fußpuncte (Nadir, vergl. auch dies. Art.).

In der Ausübung, namentlich in der praktischen Astronomie, wird die lothrechte Linie, wie gesagt, durch das „Bleiloth" (Loth) bestimmt, daher dasselbe auch schon im Artikel Instrumente (astronomische), S. 818. Sp. 1. mit Verweisung wegen des Näheren hierher, angeführt ist. In wiefern dieß „Bleiloth" dabei aber durch laterale Anziehungen, besonders großer Bergmassen, von der verticalen Richtung abgelenkt werden kann, dergestält, daß es dieselbe dann also nicht mehr streng bezeichnet, davon habe ich im Vortrage über Gravitation, S. 714. ausführlich gehandelt.

Loxodromie, loxodromische Linie; Loxodromia, Linea loxodromica; *Loxodromie*, Ligne loxodromique (von λοξός schief, δρόμος der Lauf, „Linie des schiefen Laufes"). Ein Ausdruck der Schiffskunde zur Bezeichnung der krummen Linie, welche ein Schiff, in den meisten Fällen, beschreiben würde, wenn dasselbe stets den nämlichen Compaßstrich (oder stets die nämliche Windrichtung) verfolgen (bei seinem Laufe also alle Meridiane, wie sie, auf der Erdkugel-Oberfläche gegen die Pole hin convergirende größte Kreise abgeben, in ihrer Folge nacheinander, unter dem nämlichen Winkel durchschneiden) wollte.

Ich habe von diesem Gegenstande, unter dem praktischen Gesichtspuncte, vorläufig schon im Art. Landcharten (sub fine), bei Erörterung der Theorie der „reducirten Charten", handeln, wegen der näheren Beschaffenheit dieser krummen Linie aber hierher verweisen müssen. Erinnern sich meine Leser also aus jenem Vortrage zuvörderst daran, daß, in dem speciellen Falle, da ein Seefahrer einem Orte zusteuerte, zu dessen Erreichung der nämliche Meridian, also die strenge Richtung Norden oder Süden, eingehalten werden müßte, Dieß allerdings auch bei steter, gleich strengen Verfolgung derselben unveränderten Compaßrichtung (desselben unveränderten „Rhumb's", derselben steten Windlinie) geschehen würde. Hiervon überzeugt man sich ohne Weiteres. Aehnliches würde ferner, auch in dem andern speciellen Falle der gleich strengen Richtung Osten oder Westen, wenn das Schiff also namentlich gerade im Aequator fortzusegeln hätte, eintreten: auf dem „Aequator" stehen alle Meridiane unter

* Ich unterscheide zwischen „perpendicular", als Ober-, und „bleirecht" (vertical) als Unterbegriff: das „Verticale" und Horizontale (vergl. d. A. S. 789.) werden gegenseitig als „perpendicular" auf einander bezeichnet; aber nur vom „Verticalen" kann gesagt werden, daß es zugleich „bleirecht" auf dem „Horizontalen" sey. Der Umstand, daß die Lateinische Sprache (s. oben) für „Senkblei" nur den Ausdruck „Perpendiculum" hat, hebt diesen Unterschied (die Nothwendigkeit ihn zu machen) nicht auf.

** Die geringe Abweichung der Gestalt des Erdkörpers von der reinen Kugel (vergl. Abplattung) sehe ich hierbei aus den Augen

rechten Winkeln; und wenn das Schiff sie also in diesem Falle sämmtlich unter dem nämlichen (dem rechten) Winkel durchschneidet (stets die nämliche Compaßrichtung, den nämlichen Rhumb, verfolgt), so gelangt es gewiß zu seinem, genau östlich oder westlich gelegenen, Bestimmungsorte.

Jetzt sey aber dagegen, in allen andern Fällen, die Richtung des Schiffslaufes vielmehr eine gegen die Meridiane schiefe, sie sey eine „Linie des schiefen Laufes“: der Bestimmungsort liege z. B. in Nordost (der vom Ausgangshafen nach diesem Orte führende Bogen des größten Kreises der Erdkugel-Oberfläche mache mit dem Meridian jenes Ausgangspunctes einen Winkel von [Nordost =] 45°); so gelangt der Schiffer, wenn er nun fortwährend stets gleich streng nur diese Compaßrichtung einhält, also alle folgenden Meridiane auch wieder immer unter demselben Winkel durchschneidet, nicht zu seinem Bestimmungsorte in Nordost. Denn damit die Richtung hierbei die nämliche bleiben könne, müßten auch die Meridiane unter einander parallel seyn, weil nur für Parallellinien, bei unveränderter Größe der entstehenden Winkel, auch eine unveränderte Richtung der Schneidenden Statt findet. In Fig. 5. unserer Tafel II. drücken MP, M′P, M″P die nach dem Nordpole P zu convergirenden Meridiane aus; M ist der Ausgangspunct, von wo der Schiffer nach dem in der Richtung Nordost (MB. welche also mit MP den Winkel von 45° macht) liegenden Orte, z. B. einem (hohen, von M aus wirklich genau in jener Richtung erscheinenden) Berge B segeln soll: so kommt er doch bei steter Einhaltung des Compaßstriches „Nordost“ in der That nicht nach B: in M′ angelangt, findet der Schiffer die mit dem entsprechenden Meridian M′P wieder denselben Winkel von 45° machende Richtung vielmehr in M′M″; seine Magnetnadel (deren Abweichung ich bei Seite setze, und die ich also sich immer genau dem Nordpole P zudrehend annehme) steht jetzt mit ihrer Spitze in M′P, und mit ihrem Striche Nordost also in M′M″; und bei weiterer Verfolgung dieses Nordoststriches MM′ segelt der Schiffer also dem Puncte B augenscheinlich nordwärts vorbei: er läßt denselben rechts liegen *.

Ermißt man nun, daß sich die Richtungen der Magnetnadel (-Spitze) auf dem seinen Ort stets verändernden, segelnden Schiffe eigentlich auch nicht einen einzigen Augenblick vollkommen parallel bleiben, sondern immer gleich sehr nach P convergirend, dem Schiffe, welches mit dieser Richtung den gleich steten Winkel (Nordost) der 45° halten will, auch eben so allaugenblicklich seine andere Richtung anweisen; so sieht man zugleich leicht ein, daß ein also bestimmter Schiffsweg nothwendig eine Curve, eben unsere „Loxodromie“, werden muß; — und wenn man hiernächst die Zeichnung dieser Curve auf einer Kugel **, in der vorgeschriebenen Art des Schneidens sämmtlicher Meridiane unter dem stets nämlichen Winkel, selbst ausführt, welches das beste Mittel der Ueberzeugung gewährt, so findet man, wie ich den Umstand rücksichtlich der Beschaffenheit selbiger Curve, hier nun

* Wie die ausübende Nautik dieser Inconvenienz abhilft, indem sie dem Schiffer „reducirte Charten“ mit „parallelen Meridianen“, und wo die gegenseitige Ortslage also nach dieser Maßgabe bestimmt ist, in die Hände gibt, das habe ich, wie gesagt, im Art. Landcharten l. c. ausführlich gezeigt; wir haben, um es mit kurzen Worten zu wiederholen, dort gesehen, daß die „reducirte Charte“ das betreffende kuglige Erdoberflächenstück mit seinen convergirenden Meridiankreisen zu einer vollkommnen Ebene mit parallelen, geradlinigen Meridianen ausbreitet, so daß ein jeder, die letzteren durchschneidender „Rhumb“, bei unverändertem geradlinigen Fortgange mit ihnen gleiche Winkel macht (die „Loxodromien“ gerade Linien werden).

** Der Erdkörper wird nämlich, um es nochmals hervorzuheben, in der Schiffahrtskunde als eine vollkommne Kugel betrachtet; man sieht hier von seiner (vergl. wieder Abplattung) genaueren Gestalt eines „elliptischen Sphäroids“ ab.

eigentlich hervorheben wollte, daß sie eine, sich um den Pol schlingende Spirale (Schneckenlinie) wird. Die Mathematik definirt daher die „loxodromische Linie“ auch als eine „gedoppelt krumme“ (d. h. von welchen kein Stück in derselben Ebene liegt, wie Solches bei dieser Curve aus ihrer Entstehung auf der Kugel-Oberfläche folgt), und welche, indem sie alle aus einem Pole der Kugelfläche *, auf der sie sich bildet, gezogene größte Kreise (eben die Meridiane) unter demselben Winkel schneidet, zu einer Spirale wird. — Hierauf schränke ich mich, hinsichtlich der Betrachtung dieser Curve unter unserm Gesichtspuncte astronomischer Nautik, denn aber auch lediglich ein, und verweise wegen weiterer analytischer Erörterungen über sie wieder an die Mathematik, namentlich an Klügel's (viel citirtes) „Mathematisches Wrtrb.“ III. 591 und 256, wo Leser, welche Mehr verlangen, als mein Werk plangemäß geben darf, alle dergleichen weitere Auskunft finden werden.

Luft, und **Luftkreis**, s. **Atmosphäre** **.

Luftbegebenheiten, s. **Meteore**.

Luftbild (Ein Lateinischer Ausdruck müßte durch Paraphrase gebildet werden, gleichwie die Französische Physik [Biot] auch nur „L'image formé devant le miroir“, oder „derrière l'objectif“ sagt). In unserm astronomischen Sinne, dasjenige (in beiden Fällen umgekehrte) Bild der betrachteten Gestirne, welches der Hohlspiegel des „Spiegel-Teleskops (Reflectors) in der „Brennweite“ vor sich, und das Objectiv des Refractors eben so hinter sich in der „Luft“ (daher der Name) entwirft, und welches man, im ersteren Falle wirklich vor dem Spiegel in der Luft schweben sieht, im letzteren Falle aber etwann mit einem Blatte Papier in der Brennweite des Objectivs, hinter demselben auffangen * kann. — Ausführlicheres darüber im Art. Hohlspiegel (und Spiegel-Teleskop), gleichwie im Vortrage über Fernrohr, namentlich S. 426.

Luftstein (Aerolith), s. **Meteorstein** und **Feuerkugel**.

Lunation, Mondwechsel; Lunatio, Phasium s. Apparitionum lunae periodus; *Lunaison*. Die Zeit, in welcher der Mond die ganze Reihe seiner Erscheinungen des Ab- und Zunehmens (seine „Phasen“, s. Mondphasen) Einmal durchmacht. Man kann sie von jeder Phase bis zur Wiederkehr eben derselben Phase: vom Neumonde bis zum nächsten Neumonde, vom ersten Viertel bis zum nächsten ersten Viertel u. s. w. rechnen (indem die — mittlere — Dauer der Wiederkehr jeder Phase dieselbe ist); man rechnet jedoch gemeinhin von einem Neumonde zum nächsten, unter welcher Voraussetzung der Begriff der „Lunation“ gleichbedeutend mit dem des eben so gerechneten synodischen Monates (von — vergl. Monat —

* „Statt der Kugel, setzt die Mathematik hinzu, „kann auch ein elliptisches Sphäroid genommen werden“ (in welchem Bezuge ich auf die vorausgehende Anmerkung verweise).

** Ich nütze diese Verweisung auf den Art. Atmosphäre, um darauf aufmerksam zu machen, daß sich über die, in demselben nicht besonders erwähnten Erscheinungen einer „atmosphärischen“ Ebbe und Fluth das Nöthigste in diesem letzteren allgemeinen Vortrage, S. 293 findet.

* Woher dieser Unterschied? Beim Hohlspiegel, welcher (entweder) von Metall (oder, wie jeder andere Spiegel foliirt) ist, hat man es mit den davon zurückgeworfenen, bei der Linse nur mit den, durch das reine Glas lediglich hindurchgelassenen (und dabei gebrochenen) Lichtstrahlen zu thun: der Hohlspiegel macht sein Spiegelbild wie der Planspiegel, nur daß dasselbe bei diesem hinter, bei jenem vor dem Glase liegt. — Vom wirklichen „Schweben der Luftbilder“ vor dem Hohlspiegel überzeugt meine Leser übrigens ihr Rasierspiegel, gleichwie Sie (vergl. Linsengläser) das von einer erhabenen Linse entworfene Bild, z. B. einer brennenden Kerze, in der vorgeschriebenen Art, auch leicht selbst „auffangen“ können.

also wie die Periode jeder anderen Phase, durchschnittlichen 29 Tagen 12 St. 44′ 3″ 11‴) wird. — Oft bezeichnet man mit dem Ausdrucke „Lunation“ aber auch die Reihe der Mondsveränderungen („Mondsphasen“) selbst.

M

Maaß, s. **Maß**.

Magnetismus, Magnetnadel. Von dem, was aus der weitläuftigen Lehre vom Magnetismus und seiner vortrefflichsten praktischen Anwendung der Magnetnadel, in die „nautische“ Astronomie gehört, habe ich im Art. Compaß, mit Verweisung wegen manches Weiteren auf den allgemeinen Vortrag über Schifffahrtskunde (unter unserem astronomischen Gesichtspuncte) gehandelt. Im Uebrigen muß der „Magnetismus“ vor dem Forum der Physik erörtert werden. Von einem Versuche des uns schon aus dem Artikel Kepler'sche Regeln, S. 913. bekannten Breslauer Professors Pohl, dem „Magnetismus“ (und der Electricität, dem „Electromagnetismus“) eine Rolle bei den Bewegungen der Gestirne, welche bis jetzt mit so glänzendem Erfolge allein aus Newton's hehrer Gravitationstheorie erklärt worden sind, anzuweisen, ist in diesen Tagen die Rede gewesen; ich habe aber die ganz kürzlich erschienene dießfallsige Schrift * selbst noch nicht zu Gesicht bekommen, kenne den Inhalt nur aus vorläufigen Mittheilungen, und muß mir daher vorbehalten, an einem andern geeigneten Orte ausführlicher darüber zu referiren **.

* „Der Electromagnetismus“ (der durch electrische Ströme erregte Magnetismus) „und die Bewegung der Himmelskörper in ihrer gegenseitigen Beziehung, dargelegt von Dr. Georg Friedr. Pohl, ordentlichem Professor der Physik zu Breslau“. Breslau. 1846. gr. 8.

** Vorläufig also, aus jenen Mittheilungen, auch nur so viel über diese Schrift, daß sie den „Impuls“, welchen wir, mit Newton, bei der Bewegung der Gestirne in elliptischen Bahnen (vergl. d. Art. S. 92.) um einen Centralkörper

Mars; Mars; *Mars*. So heißt der, unserer Erde in der Planeten-Reihe (von der Sonne abrechnend) zunächst folgende Planet, und dessen Bahn die Erdbahn demnach eben so zunächst umschließt: nach

nothwendig finden, gänzlich verwirft. „Die Allmacht Gottes“ — in dieser erhabenen Weise drückt sich der Britische Weltweise über die Sache, etwann aus, „entläßt den erschaffnen Weltkörper mit jenem alleinigen Impulse, aus der schöpferischen Hand, in den Raum der Räume; — und von diesem Augenblicke an führt sodann die bloße Gravitation das ihr solchergestalt übergebene Gestirn, fortrollend in seiner Bahn, nach so unabänderlicher Regel dahin, daß sich selbst jede scheinbare Abweichung von der rechnenden Astronomie nur als eine neue Bestätigung jenes hehren (von Himmel zu Himmel reichenden) Gravitationsgesetzes ausweist“. Newton thut Dieß an unzähligen Beispielen dar, und wir sind seinen Demonstrationen im citirten Art. Bahnen, im Vortrage über Gravitation u. s. w. u. s. w. Schritt für Schritt gefolgt; aber Er begnügt sich, diese Kraft der „Gravitation“ als Phänomen zu bezeichnen, ohne sich zu erkühnen, ihre Ursache erforschen zu wollen („Hoc nomine phaenomenon, *non causam* designamus“!); — und Seine Lehre gewinnt, neben der befriedigenden Wahrheit für den Verstand, nun eben dadurch die große Ehrwürdigkeit für das Gemüth, daß sie die Grenze der menschlichen Einsicht bescheiden anerkennt, ihre Ansprüche auf das Wie des Erschaffnen einschränkt, und das Warum („causam“) dagegen, d. h. den Urgrund alles Lebens und aller Bewegung, für ein „Geheimniß der göttlichen Allmacht“ erklärt.

Nicht so Herr Pohl: „Die Vorstellung“, sagt er, daß jedes der zahllosen, den

der gewöhnlichen Eintheilung der erste, der uns nächste, der sogenannten „oberen“* Planeten. — Sein astronomisches Zeichen ist ♂.

Jener Lage seiner Bahn gegen die Bahn der Erde gemäß* kann Mars der letzteren (in den Oppositionen) bis auf weniger als 8 Millionen Meilen nahe kommen, wogegen er sich in der (oberen) Conjunction um den ganzen Durchmesser der Erdbahn (beiläufig 40 Millionen Meilen) weiter, als in der Opposition, von ihr entfernt findet; daher rührt es, daß er sich uns zuweilen (wie z. B. — vergl. hinten — in der 2ten Hälfte des verwichenen Jahres 1845) scheinbar fast so groß, ja gar glänzender als selbst Jupiter (von dessen schönem hellgelblichen er sich jedoch durch sein auffallend röthéres Licht unterscheidet) darstellt, während er in der weiteren Entfernung kaum einem Fixsterne 1ter Größe gleich kömmt. Diese, aus den angeführten Umständen nunmehr erklärte Erscheinung, auf welche ich jedoch auch noch hinten zurückkomme, ist gerade bei diesem Planeten so sehr auffällig, daß sie wohl schon die Aufmerksamkeit meh-

Weltenraum durchkreisenden Gestirne bei seinem ersten Auslaufe wie ein vom Stapel gelaßnes Schiff noch eines besondern ersten Anstoßes bedürfte, ist vielmehr geeignet, den Witz des Spötters zu erregen, als der Reflexion des Erkenntnißtriebes ein wirklich haltbares Motiv darzubieten. Nicht der Stoß, sondern der „Electro-Magnetismus“ und die Polarität sind die treibenden „Grundursachen“ aller „Himmelsbewegung“. —

Da ich, bevorworteternaßen, den „Magnetismus“ hier unter seinem allgemeinsten astronomischen Gesichtspuncte betrachte, so habe ich dieser Andeutung über seine neueste Anwendung in unserer Wissenschaft auch gleich hier eine Stelle nicht versagen dürfen; das Detail behalte ich nun, wie gesagt, für einen andern geeigneten Ort, und, der Billigkeit gemäß, erst nach Einsicht der ganzen Pohl'schen Schrift, vor. — Prüfet Alles!

* Man theilt nämlich die Planeten unseres Systems gewöhnlich in zwei Gruppen: in „untere“ Planeten (Merkur, Venus), deren Bahnen von der Erdbahn umschlossen werden; und in „obere“ („Mars“ u. s. w.), deren Bahnen dagegen die Erdbahn einschließen; — und diese Eintheilung ist z. B. befolgt und weiter auseinandergesetzt in Nürnberger's Schrift: „Ueber das Zerfallen unseres Planeten-Systems in zwei große Gruppen“, 2te Aufl. Kempten. 1839. gr. 8.

Mädler (der geistreiche Dorpat'er Astronom) schlägt aber („Populäre Astronomie“. Berlin. 1841. gr. 8. S. 211; ich citire noch die erste Auflage, da mir von der zweiten, mannichfach bereicherten, erst einige Hefte zugekommen sind) vielmehr die, auf planetarische Analogien begründete Eintheilung in drei Gruppen vor, zu deren erster er Merkur, Venus, Erde, Mars, zweiter die 4 Planetoiden (sammt den Kometen von kurzer Umlaufszeit), und dritter die drei großen Planeten Jupiter, Saturn, Uranus rechnet. Der Artikel Planeten, in welchem ich die generischen Unterschiede dieser verschiedenen Gruppen einander gegenüber stellen werde, führt mich ausführlicher hierauf zurück.

* Da Mars, in dieser Gemäßheit, die Erde von außen umläuft, also nie zwischen Erde und Sonne geräth, so können wir auch nie seine dunkle, von der Sonne abgekehrte Hälfte (so ganz wie z. B. die der Venus) sehen; vielmehr kehrt er uns, sowohl in der Conjunction als in der Opposition, stets seine erleuchtete Hälfte ganz zu. In den Quadraturen jedoch kömmt uns, wie man durch Zeichnung am leichtesten findet, noch ein kleiner Theil der dunklen Hälfte dieses (des nächsten der oberen) Planeten zu Gesicht, und er erscheint dann nicht völlig rund (sondern etwann so abgeschnitten, so ellipsisch, wie der Mond drei Tage nach dem vollen Lichte). Bei den weiter entfernten oberen Planeten (z. B. Jupiter) ist, wie ich gleich bevorworte, eben der soviel weiteren Entfernung wegen, Aehnliches gar nicht mehr zu bemerken.

rerer meiner Leſer erregt hat, daher ich mich zuerſt gleich darüber ausſprechen mußte.

Die Elemente der Marsbahn* von der Sonne zur Einheit macht) = ... 1,523691,

oder (letztere zu 20666000 Meilen annehmend) = ... 31500000 Meilen;

2) ſeine ſideriſche Umlaufszeit (Rückkehr zum nämlichen Fixſterne) . . . . . 686,98 Tage,

oder . . . . . 1 Jahr 321 Tage 17½** Stunden,

ſeine tropiſche Umlaufszeit (Rückkehr zur Nachtgleiche) . . . . . 686,93 Tage,

oder . . . . . 1 Jahr 321 Tage 16 Stunden 19′,

und ſeine ſynodiſche Umlaufszeit (z. B. Rückkehr zur Oppoſition) . . . . 2 Jahr 49 Tage 12 Stunden.

3) ſeine Epoche***, berechnet für 1800. Jan. 1. 0h mittlere Pariſer Zeit . . . . . 233° 5′ 34″;

4) die mittlere tägliche Bewegung (nämlich 686.98 Tage : 360° = 1 Tag:) . . . . . 31′26″, 7;

5) die Länge des Perihels für anlangend, ſo iſt:

1) die mittlere Entfernung des Mars von der Sonne (wenn man die mittlere Entfernung der Erde

* Ich gebe ſie nach v. Lindenau's (des bekannten Sächſ. Staatsminiſters, vorherigen Directors der Sternwarte Seeberg bei Gotha) „Tabulae Martis novae et correctae ex theoria gravitatis clar. De la Place et ex observationibus recentissimis erutae. Auctore Bernhardo de *Lindenau*". Eisenberg. 1811. 4.

** Nämlich unſer Jahr (vergl. d. Art. S. 808.) zu 365 Tagen 6 Stunden gerechnet, wodurch in lauter Tagen und Stunden 321 T. 17½ St. + 365 Tagen 6 St = 686 T. 23½ St. kommt, welches ich wohl zu bemerken bitte, da andere Werke letztere Stunden-Angabe enthalten, wodurch man ſich leicht irr machen läßt.

*** Ich will gerade über dieſen ſchwierigeren Gegenſtand, obwohl er in dem beſondern Art. Epoche behandelt iſt, meinem Princip möglichſter Abrundung jedes beſtimmten Vortrages in ſich ſelbſt gemäß, hier, auf Veranlaſſung des Nachbar-Planeten, doch noch in einiges Detail eingehen. „Epoche" iſt mittlere Länge in der Bahn für einen oder den andern gewählten Moment, welcher Länge man alſo die (vergl. gleich oben) weitere mittlere Bewegung für eine beliebige Zeit hinzurechnen, und ſo die „mittlere Länge in der Bahn" für jeden andern Moment angeben, daraus aber, mit Bezug auf die Länge der Apſiden, die mittlere (und aus dieſer wieder die wahre) Anomalie (ſ. d. A.) herleiten kann. Dieß iſt der Zweck der Epoche. — Wie findet man aber eine ſolche „Epoche" namentlich des Mars? Man habe dieſen Planeten in einer Oppoſition beobachtet, ſo beſitzt man unmittelbar eine wahre heliocentriſche Länge in der Ekliptik deſſelben, welche ſich, bei vorausgeſetzter Kenntniß der Knotenlänge und Neigung (vergl. auch dieſe beiden A. A.), in wahre Länge in der Bahn verwandeln läßt, deren Unterſchied gegen die Länge des Perihels, die wahre, aus dieſer die mittlere Anomalie, und ſolchergeſtalt zuerſt die mittlere Länge in der Bahn für den betreffenden Moment der Beobachtung, ſodann aber, durch die obige Hinzurechnung, auch die, für jede ſpätere Zeit daraus folgende (geſuchte) „Epoche" gewährt. Dieß ſcheint nun zwar ein Cirkel im Schließen, indem letztlich doch immer wieder wahre „Anomalie" verlangt wird, von der man gleichwohl erſt zur mittleren geht; allein die Forderung der Angabe einer mittleren Länge in der Bahn für einen

den nämlichen Zeitpunct (eine Bestimmung, welche nothwendig ist, weil die Apsidenlinien — vergl. d. A. — aller Planeten eine kleine Vorrückung nach Osten erleiden) . . . . . 332° 22′ 51″;

6) die Excentricität zur selbigen Zeit (wie ich, wegen kleiner, auch diesem Elemente widerfahrenden Veränderungen gleichfalls bedingen muß), die halbe große Axe der Marsbahn = 1 setzend, ... 0,0932168,

(also fast $^1/_{10}$ dieser halben großen Axe) oder (0,093 . 31500000 =) . . . . . 2936200 Meilen,

und mit Bezug auf die halbe große Axe der Erdbahn = 1, indem 31500000 : 20666000 = 0,093 : 0,1420000*,

woraus also die größte Entfernung von der Sonne (31500000 + 2936200 =) . . . . . 34436200 —,

und die kleinste (31500000—2936200 =) . . . 28563800 Meilen, folgt;

7) die größte Mittelpunctsgleichung (der größte Unterschied zwischen mittlerer und wahrer Anomalie) gleicher Ursache wegen auch für die gleiche Zeit . . . . . 10° 41′ 33″;

8) die Neigung der Marsbahn (der Winkel ihrer Ebene mit der Ebene der Ekliptik), eben so . . . . . 1° 51′ 6″;

und endlich

9)** die, nicht weniger für den Anfang des laufenden Jahrhunderts berechnete Länge des aufsteigenden Knotens . . . . . 47° 59′ 58″.

bestimmten (wie gesagt, beliebigen späteren) Zeitpunct (als den der bezeichneten Beobachtung), z. B. im Texte für den 1. Tag des Jahrhunderts. erreicht es natürlich so. — Hier ist zugleich ein Inbegriff der ganzen Kepler'schen Planetentheorie.

* Ueber die, vom großen Kepler angewendete sinnreiche Methode zu dieser Ermittlung vergl. Excentricität. S. 404 und Kepler'sche Regeln. S. 898. flgd. — Ich mache unten wiederholentlich aufmerksam darauf.

** Die Leser könnten sich auf den ersten Blick überrascht finden, hier 9 Elemente, statt der, in diesem besonderen Artikel nur aufgeführten sechs angegeben zu sehen; Sie wollen sich aber daran erinnern, daß mittlere Entfernung, Umlaufszeit und mittlere tägliche Bewegung, eben sowohl als Excentricität und Mittelpunctsgleichung, resp. eigentlich nur für Ein Element zu rechnen sind.

Mars nähert sich, worauf ich hier zurückkommen wollte, und wie man mit Rücksicht auf seine also eben nachgewiesene, bedeutende Excentricität nunmehr noch besser einsieht, der Erde am meisten, wenn er in der Opposition zugleich in seiner Sonnennähe ist: Dieß war gerade der oben angeführte Fall des Jahres 1845 (Opposition am 17. August): die Entfernung dieses Planeten von uns betrug damals (in runder Zahl) nur noch 8 Millionen Meilen*; und sein scheinbarer Durchmesser hielt ziemlich $^1/_2$ Minute (genauer 26″). In der (oberen) Conjunction dagegen, in

* Mars kommt uns, nächst unserm andern Nachbarplaneten Venus (welche in ihrer untern Conjunction nur 5 Millionen Meilen von der Erde absteht), unter allen Planeten am nächsten, und ist, wie wir unten sehen werden, daher auch zu physischen Beobachtungen ganz besonders geeignet.

welcher er also für uns jenseit der Sonne, und, wie ich nun ebenfalls nachgewiesen habe, von ihr bis über . . 34000000 Meilen absteht, indeß die Sonnenweite der (solchergestalt diesseit stehenden) Erde . 20000000 —

beträgt, steigt seine Entfernung von uns auf . . . . . 54000000 Meilen, und sein Durchmesser erscheint dann kaum 4 Secunden groß (nämlich nahe 54 : 8 = 26 : 4.) — Man sieht zugleich bald ein, daß diese Ungleichheiten sowohl die wahre (heliocentrische, von der starken Excentricität* herrührende) als, und zwar in einem noch viel größeren Maße, die scheinbare (geocentrische, vergl. beide A. A.) Bewegung des Mars nicht weniger ungleich machen müssen**.

Ueber die Gestalt des Mars (oder vielmehr über seine geringe Abweichung von der allen Himmelskörpern gemeinen Kugelgestalt: über seine Abplattung) sind die Beobachter nicht einig: Herschel fand das Verhältniß der Rotationsaxe zum Durchmesser des Aequators = 15 : 16; der uns bekannte Lilienthaler Astronom Schröter*** dagegen = 80 : 81; Mädler, unser wackrer Dorpat'er Astronom, welchem wir höchst sorgfältige Marsbeobachtungen verdanken („Beiträge zur physischen Kenntniß der himmlischen Körper des Sonnensystems". Von Dr. Mädler. Weimar. 1841. gr. 4. — Mars S. 109—126), erwähnt der „Abplattung" dieses Planeten nicht; Gruithuisen (der Münchener Astronom) gibt dieselbe aber (vergl. d. Art. S. 26.) = 1/334 an. Dieß will sagen, wenn man den größeren, den äquatorealen Durchmesser des Mars in 334 gleiche Theile theilt, so enthält der kleinere, der polare Durchmesser (die „Rotations-Axe"), nur 333 solcher Theile: dieser letztere ist um 1/334 des ersteren kürzer (welches, nach Maßgabe der Dimensionen des Marssphäroids, worauf ich gleich komme, etwann 3 unserer Meilen austrägt, und bei Mitberücksichtigung seiner ebenfalls gleich anzugebenden Rotationsperiode, viele innere Wahrscheinlichkeit hat).

Jene Dauer der Mars-Rotation (des Marstages)* beträgt wenig über 24

* Ich erinnre wiederholentlich daran, daß es auch diese starke, fast (s. oben) 1/10 der halben großen Axe betragende „Excentricität" der Marsbahn war, welche unsern Kepler, wie besonders im schon citirten Art. Kepler'sche Regeln so ausführlich gezeigt wird, bei der Entdeckung seiner Himmelsgesetze begünstigte.

** Die wahre (die „heliocentrische") Bewegung in der Bahn um die Sonne, ist, eben wegen der starken Excentricität, in der Sonnennähe natürlich bedeutend größer als in der Sonnenferne; von der Erde aus („geocentrisch") beobachtet, müssen aber, wegen der so außerordentlichen Verschiedenheit der Entfernungen, selbst gleiche, vom Mars zurückgelegte Bahnstrecken unter überaus verschiedenen Winkeln erscheinen.

*** Ich bemerke auf diese Veranlassung, daß sich Schröter bei seinen Mittheilungen über den Mars, in den astronomischen Journalen jener Zeit, namentlich im viel erwähnten Berliner „Astron. Jahrb.", häufig auf ein eigenes Werk von ihm über diesen Planeten: „Areographische Fragmente" bezieht; allein ich habe dasselbe nie zu Gesicht bekommen können, und die danach suchenden Leser dürften sich eben so vergeblich bemühen.

* In dieser Zeit vollendet Mars eine volle Umdrehung (360 Grad) um seine Axe, seinen „Sterntag: der nämliche Fixstern steht nach dieser Zeit wieder im nämlichen Marsmeridian. Dieß ist aber noch nicht genau der Sonnentag des Mars (der Tag in unserer gewöhnlichen, wenigstens astronomischen Bedeutung, der Wiedereintritt des Mittages): Mars legt nämlich (vergl. oben) in seiner Sonnenbahn täglich etwann 1/2° zurück, und muß sich also, nach den rotatorisch vollendeten ganzen 360 Graden auch noch um diesen 1/2° darüber um seine Axe drehen, ehe er die Sonne wieder im nämlichen Meridian (wieder Mittag) hat, wozu er (360° : 24 Sr. = 1/2° :) beiläufig (vergl. hinten) 2 Minuten gebraucht, welches der „Er-

Stunden 37 Minuten (unſerer mittleren Zeit, unſerer Uhrſtunden); ſie hat aus der Wiederkehr mehrerer conſtanten Flecke auf der Oberfläche dieſes Planeten, unter welchen Mädler (l. c.) einen ſcharf begrenzten, ſchwarzen, in der Nähe des Marsäquators befindlichen, auszeichnet, zur nämlichen Stellung gegen die Erde, abgeleitet werden können*.

Die Urſache dieſer Flecke, wonach meine Leſer zunächſt mit beſonderem Intereſſe fragen dürften, muß in der verſchiedenartigen Beſchaffenheit der Marsoberfläche und der dadurch bedingten gleich verſchiedenartigen Reflexion des Sonnenlichtes geſucht werden: die grünen Ebenen, die Meere u. ſ. w. unſerer Erde reflectiren das Sonnenlicht auch auf verſchiedene Weiſe. — Die Are der Rotation (die „Polar-Are") iſt unter einem Winkel von 61° 18′ gegen die Ebene der Bahn des Mars um die Sonne geneigt*; und da ſie (eben als „Polar-Are") auf der Ebene des Mars-Aequators ſenkrecht ſteht, ſo macht letztere Ebene mit jener erſteren alſo den Winkel von (90° − 61° 18′ =) 28° 42′, welcher gerade das Nämliche iſt, was wir auf der Erde die „Schiefe der Ekliptik"**

ceß des Marsſonnentages" (über den Marsſterntag) heißt. — Auf der Erde beträgt dieſer „Exceß" (vergl. Sternzeit) aus leicht einzuſehenden Gründen, bekanntlich etwann das Doppelte.

* Es verhält ſich mit der Beobachtung dieſer Flecke des Mars zur Beſtimmung der Mars-Rotation, etwann wie mit der Beobachtung der Flecke der Sonne zur Ermittlung der Dauer der Sonnen-Rotation, worauf ich im letzteren Artikel zurückkomme: der irdiſche Beobachter nehme jetzt einen ſolchen (conſtanten) Flecken z. B. auf der Mitte der rotirenden Marskugel (der Marsſcheibe) wahr, ſo wird ihm dieſer Fleck nachher an dem einen Rande des ſich um ſeine Are drehenden Planeten (der „Scheibe", unter welcher Geſtalt die Kugel erſcheint) verſchwinden, eine Zeit lang auf der Rückſeite verweilen, dann am andern Rande wieder ſichtbar werden und zur Mitte zurückkehren: die für jenen Beobachter darüber verſtreichende ganze Zeit gibt wenigſtens unter der Vorausſetzung, daß Erde und Mars ihre gegenſeitige Stellung unterdeß nicht verändert haben, offenbar die Dauer der Mars-Rotation. Nun hat aber eine dergleichen, wenn auch nur kleine Stellungsveränderung des Mars gegen die Erde in der Zwiſchenzeit wirklich Statt: während der oben angegebenen ohngefähren (ich rechne unten genauer) Dauer der Rückkehr von etwann 24½ Stunde, eines Marsfleckes zur nämlichen Stellung gegen die Erde, hat letztere in ihrer Bahn beiläufig 1°, Mars in der ſeinigen ½° gemacht, welche beiden kleinen Bögen concentriſcher Kreiſe man als geradlinig und parallel betrachten mag; und der Planet muß ſich alſo, über eine volle Rotation, auch noch um die Differenz (von ½°) um ſeine Are gedrehet haben, ehe der betreffende Fleck, der ſoviel weiter weggerückten Erde wieder auf der zum Beiſpiele gewählten Mitte der Marsſcheibe hat erſcheinen können. — Dieß leuchtet, ſcheint es mir, beim geringſten Nachdenken, leicht ein.

Heiße jetzt, Behufs der genaueren Rechnung, die beobachtete eigentliche Zeit der Fleckenrückkehr t, die eben ſo exacte Differenz der Erd- und Mars-Bahnbewegungen während dieſer Zeit, d, und die zu beſtimmende Dauer der wahren Marsrotation r; ſo hat dieſer Planet, in der Zeit t, rotirend offenbar gemacht 360° + d°, und man muß ſetzen 360° + d° : t = 360° : r. — Dieſe Methode der Beſtimmung wird die meiſten meiner Leſer befriedigen; wer Mehr verlangt, findet die lange Formel dazu namentlich in Schubert's viel citirter „Aſtronomie". II. 254.

* Nähere Anweiſung zu dieſer Beſtimmung im Art. Rotation; im Allgemeinen ſieht man bereits ein, daß die Art der Erſcheinung der Fleckenbewegung bei der Rotation durch die „Neigung" der „Rotationsaxe" bedingt iſt, und alſo darauf ſchließen läßt.

** Die Leſer gefallen ſich mit mir in Hervorhebung planetariſcher Analogien, und erinnern ſich demnach auf dieſe Veranlaſſung gern daran, daß die

(Abstand jedes der beiden Wendekreise vom Aequator) nennen. — Auf die physischen Folgen davon für die Naturbeschaffenheit dieses Planeten komme ich sogleich ausführlich.

Der wahre Durchmesser* der Marskugel wird zwischen 890 und 930 Meilen (also etwann halb so groß als der bekanntlich 1719 Meilen haltende Erddurchmesser) gefunden; aus der letzteren Angabe (welche die Auctorität mehrerer Messungen für sich hat) folgt der Umfang des Mars-Aequators (930 . 3,141 =) 2900 Meilen, die Kugel-Oberfläche (2900 . 930 =) 2700000 Quadrat-Meilen (wenig über 1/4 der Erdoberfläche von beiläufig 10 Millionen Quadratmeilen, demgemäß sich auf der Marsoberfläche vier Mal weniger Raum als auf der Oberfläche unseres Planeten Erde findet), und das Volumen ($2700000 . \frac{930}{6}$ =) 420 Millionen Cubic-Meilen (wogegen die Erdkugel 2650 Millionen solcher Meilen enthält, so daß man aus ihr $\frac{265}{42}$ = etwann 6 Marskugeln schnitzen könnte, und das „Volumen" des Mars also = 1/6 des Erdvolumens anzunehmen ist); die Masse (das Gewicht) des Mars ferner berechnet der uns schon hinreichend bekannte Französische Astronom Delambre zu 1/5 der Erdmasse, welches also sagen will, daß, wenn die Erdkugel in einer Schale einer Wage läge, man, um diese Kugel aufzuwägen, 5 Marskugeln in die andere Schale thun müßte; Gruithuisen dagegen (der schon citirte Münchener Sternkundige) gibt nur (0,13, etwann) 1/8*, woraus endlich die Dichtigkeit dieses Planeten, der Quotient seines Gewichtes (seiner Masse, vergl. d. A.) von 1/8 des Gewichtes der Erdkugel, durch sein oben = 1/6 des Erdvolumens gefundenes Volumen, also $\frac{1/8}{1/6}$ (= 6/8) = 3/4 der (mittleren, durchschnittlichen) Dichtigkeit des Erdkörpers, und derselben solchergestalt nahe (ja, bei strengeren Bestimmungen wohl noch näher) gleich folgt, welches recht gut mit unserer, schon im Art. Erde, S. 370. aufgestellten Behauptung der nahe gleichen Dichtigkeit der vier Planeten Merkur, Venus, Erde und „Mars" übereinstimmt.

Dieß dürften etwann die wichtigsten mathematisch-astronomischen Rücksichten seyn, unter welchen wir den Mars

Erdaxe gegen die Ebene der Ekliptik unter dem größeren Winkel von 66 1/2° geneigt ist, und die „Schiefe" (vergl. Schiefe der Ekliptik) bei uns daher nur (90 − 66 1/2 =) 23 1/2° beträgt. Die Sonne entfernt sich also auf der Erde (28 1/2 − 23 1/2 =) 5 Meridiangrade weniger weit vom Aequator als auf dem Mars: unsere Wendekreise liegen nur 23 1/2° nördlich und südlich von jenem Kreise, und schränken die heiße Zone (= der Grad-Summe der beiden kalten Zonen) auf (2 . 23 1/2 =) 47° ein, während dieselbe auf dem Mars (2 . 28 1/2 =) 57° (bis 58°; 10° mehr als auf der Erde) faßt, daher sich jede der beiden kalten Marszonen auch 5° weiter vom betreffenden Pole erstreckt. Der Gegensatz der Jahreszeiten, soweit derselbe vom Sonnenstande abhängt, muß solchergestalt auf dem Mars viel energischer als auf der Erde ausfallen; — ich komme zwar, wie gesagt, unten ausführlicher und mit augenscheinlichen Beweisen dafür auf diesen Umstand zurück, nehme aber das Interesse der Leser daran lieber gleich in Anspruch.

* Derselbe folgt aus dem scheinbaren (zwischen 3 1/2" und 26" wechselnden), mit Bezug auf die betreffende Entfernung, durch ein Verfahren, von welchem ich gerade für diesen Planeten, im Artikel Parallaxe (horizontale) ein Beispiel beibringen kann.

* Dieser Mangel an genauer Uebereinstimmung darf nicht befremden: wir haben im Art. Gravitation, S. 712. gesehen, daß nur die Massen solcher Himmelskörper, welche, durch die Gewalt dieser ihrer „Gravitation", andere Körper (wie z. B. die Erde ihren Mond) um sich herumtreiben, scharf bestimmt werden können; Mars befindet sich aber nicht in diesem Falle (hat keinen Mond, oder ein solcher ist — vergl. unten — wenigstens doch noch nicht entdeckt).

zu untersuchen hatten; noch viel interessanter jedoch wird dieser unser Nachbar-Planet, angedeutetermaßen, unter dem physischen Gesichtspuncte erscheinen. Letzteren habe ich aber ganz besonders in einer Betrachtung des Mars in Nr. 231 flgd. des Stuttgarter Morgenblattes für das Jahr 1841 hervorgehoben, welche damals so viel Beifall gefunden hat, daß ich den Lesern durch den unveränderten Abdruck derselben, wenn dabei gleich einige kleine Wiederholungen vorkommen sollten, ganz gewiß einen angenehmen Dienst erzeige.

Das ganz besondere Interesse, womit ich im Folgenden die neuesten Forschungen und Entdeckungen in Betreff der physischen Beschaffenheit der Weltkörper unseres Sonnensystems zusammengestellt habe, ist zunächst erregt worden durch eine Aeußerung unseres eben so besonnenen, als doch auch eines schönen Enthusiasmus fähigen Himmelsbeobachters Mädler. Dieser, alles Zutrauen verdienende Gelehrte spricht sich, gestützt auf lange, emsige Beobachtungen des Planeten Mars, jetzt dahin aus: „daß es wenigstens bei diesem Weltkörper gelungen sey, eine in allen ihren Einzelheiten befriedigende Deutung der beobachteten physischen Erscheinungen aufzustellen, und daß Mars demzufolge als ein, auch in diesen physischen Beziehungen unserer Erde sehr ähnlicher Weltkörper, gleichsam als ein allgemeines Bild derselben, wie sie aus großen Fernen (z. B. der doppelten des Mondes, mit freiem Auge gesehen) am Firmament erscheinen würde, betrachtet werden dürfe."

Diejenigen Leser, welche dem eigentlichen Sinne meiner öfter vorgetragenen astronomischen Ansichten Theilnahme geschenkt haben, werden den ganzen Werth dieses Resultats sorgfältiger Beobachtungen für mich begreifen: ich bemächtige mich seiner für die Conjecturalastronomie; und da ich es in so vortrefflicher Uebereinstimmung mit den Schlüssen finde, zu welchen ich mich früher auf ihrem Gebiete erhoben habe, so schreite ich, am Stabe dieser schönen Bestätigung, dreister auf demselben fort. Eben deßwegen mache ich aber auch mit Mars, diesem unserer Erde so ähnlichen und in andern Beziehungen von ihr doch gewiß auch wieder so sehr verschiedenen Weltkörper, den Anfang meiner dießmaligen Mittheilungen über die neuesten Forschungen und Entdeckungen in der Planetographie.

Die jüngsten Oppositionen des Mars, als die Stellungen, in welchen er uns am nächsten kommt und sich also zu unserer Beobachtung am meisten eignet, haben am 17. April dieses Jahrs (1841), am 11. März 1839, 5. Februar 37, 2. Januar 35, 20. November 32, und 19. September 30 stattgefunden, und sind von Mädler sämmtlich so viel benützt worden, als es die Umstände irgend gestatteten. Die günstigste unter denselben war die Opposition im September 1830*, bei welcher dieser Planet der Erde bis auf noch nicht volle acht Millionen Meilen nahe gekommen ist und einen Durchmesser von 23 Secunden erreicht hat. Mars kann sich nämlich nur bei diesen, durchschnittlich nach 26 Monaten eintretenden Oppositionen für uns unter einem Durchmesser zeigen, welcher physische Beobachtungen seiner Oberfläche erlaubt; doch selbst in diesen Fällen ist seine Entfernung meist noch sehr beträchtlich, und erst nach etwa fünfzehn Jahren kommt er der Erde bis auf die mindest mögliche Entfernung von 7 7/8 Millionen Meilen nahe, und erhält dann neuerdings einen scheinbaren Durchmesser von 25,5 Secunden. Dieß wird wieder der Fall bei der Opposition vom 17. August 1845 werden; bei der nächsten Opposition (5. Juni 1843) steht er noch um 10 1/4 Millionen Meilen von uns ab, und sein Durchmesser hält nur 18 Secunden.

Um sich dieß Alles recht zu versinnlichen, braucht man nur daran zu denken, daß die Bahn des Mars um die Sonne die Erdbahn zunächst einschließt, zugleich aber sehr excentrisch ist; steht Mars also für uns hinter der Sonne, so ist er um den ganzen Durchmesser der Erdbahn (beiläufig 40 Millionen Meilen) entfernter von uns, als in den Oppositionen, wo sich die Erde vielmehr zwischen ihm und der Sonne befindet, und wo er uns also nur der starken (vergl. vorn), fast 3 Millionen Meilen betragenden Excentricität wegen etwas näher kom-

* Von der neuesten Opposition des Jahres 1845 ist schon vorn die Rede gewesen.

mm oder etwas weiter von uns wegbleiben kann. Mit vielen genaueren Zahlenangaben hierüber möchte ich die Leser nicht gern ermüden, da die Verständlichkeit des Vortrages dadurch doch nicht gewänne und die angeführten Data für dieselbe hinreichen. Im Allgemeinen muß ich nur noch in's Gedächtniß zurückrufen, daß Mars viel kleiner ist als die Erde. Die Oberfläche der letzteren enthält bekanntlich gegen zehn Millionen Quadratmeilen, die Oberfläche des Mars dagegen kaum drei Millionen.

Ein Mond scheint diesem Planeten (vergl. jedoch hinten) zu fehlen, oder derselbe müßte denn von einer Kleinheit seyn, wie kein anderer Weltkörper, so daß er sich in der Opposition des Mars der äußerst sorgfältigen Beobachtung unseres Mädler doch hätte entziehen können. Ferner muß ich, des Folgenden wegen, auch noch daran erinnern, daß das Jahr des Mars (und folglich jede seiner Jahreszeiten, namentlich der Winter) fast doppelt so lang ist als das Erdenjahr, nämlich Ein Jahr 10½ unserer Monate. Zugleich wird der Gegensatz der Marsjahreszeiten durch die auf diesem Planeten stattfindende größere Schiefe der Ekliptik noch energischer. Auf der Erde beträgt dieselbe bekanntlich 23½ Grad, d. h. die Wendekreise stehen nördlich und südlich um so viel vom Aequator ab, die heiße Zone faßt also (das Doppelte) 47 Grad, jede der Polarzonen 23½, und jede der gemäßigten 43 Grad des Meridians; auf dem Mars dagegen entfernt sich die Sonne an den Solstitialtagen nördlich und südlich fast 29 Grad vom Aequator; die heiße Zone gewinnt daher eine Ausdehnung von 58 Graden, jede der kalten von 29 Graden, und für jede der gemäßigten Zonen bleiben nur 32 Grad, also für sie zusammen 22 Grad weniger als auf der Erde.

In der Opposition glänzt Mars ziemlich stark in einem rothen Lichte, welches vom unbewaffneten Auge sogar noch bestimmter als mit dem Fernrohre wahrgenommen wird und wohl schon den meisten Lesern selbst aufgefallen seyn mag. Die einzelnen Theile aber zeigten, nach den neuesten, von Mädler bekannt gemachten Beobachtungen*, zuweilen eine noch intensivere Färbung, „welche am treffendsten mit einem reinen Abendrothe unserer Erde verglichen werden könnte.“ Ich komme unten auch hierauf zurück. Außerdem gewahrt man mit guten Fernröhren auch sonst noch Flecken verschiedener Art auf der Marsoberfläche, die einen constanten Charakter haben und also zur Bestimmung der Rotationsperiode, deren genaueste Ermittlung Mädlers dießmalige erste Sorge war, dienen können.

Dreht sich die Marskugel, wie wir dieß im Allgemeinen schon wissen, gleich der Erde und den übrigen Planeten, in der Richtung von Westen nach Osten um ihre Axe, so muß ein solcher constanter Fleck, den wir uns, zur Erleichterung der Vorstellung, als im Mittelpuncte der Scheibe, unter welcher Gestalt sich die Kugel aus so weiten Fernen zeigt, erscheinend denken wollen, jene Rotationsbewegung natürlich theilen und also, vom Mittelpuncte weg, dem einen Rande zurücken, dort verschwinden, seinen Weg auf der Rückseite der Kugel fortsetzen, nachher am entgegengesetzten Rande hervortreten und endlich den Mittelpunct wieder erreichen. Und die Zeit, binnen der dieß Alles erfolgt, muß, wenn dabei Rücksicht auf den kleinen Einfluß genommen wird, welchen die indeß zugleich stattfindende progressive Bewegung des Mars und der Erde in ihren respectiven Bahnen auf die Erscheinung ausübt, nothwendig der Zeit der Axendrehung (dem Sterntage) des Mars gleich seyn. Es verhält sich damit wie mit den Sonnenflecken und der Sonnenrotation, wovon ich die Leser am geeigneten Orte unterhalten werde.

Bei den hier in Rede stehenden Beobachtungen zeichnete sich nun ein kleiner, recht schwarzer und scharf begrenzter Fleck auf der Marsoberfläche und unfern des Aequators dieses Planeten als besonders geschickt zu der gewünschten Bestimmung aus, und es gelang dadurch, bei Anwendung des beschriebenen Verfahrens

* So den so eben erscheinenden „Beiträgen zur physischen Kenntniß der himmlischen Körper im Sonnensysteme“. Von Wilhelm Beer u. Dr. Mädler. gr. 4. S. 125.

und mit Beziehung auf frühere Ermittlungen, die Rotationsperiode des Mars sehr genau auf 24 Stunden, 37 Minuten 21 (bis 23,7) Secunden (irdischer mittlerer Sonnenzeit) festzustellen (Littrow gibt, nach Herschel, noch 24 St., 39 M., 32 S. an). Die also herausgebrachte Zeit ist, wie bemerkt, die Dauer eines Sterntages auf dem Mars, indem man, nach Vollendung einer ganzen Rotation, offenbar auch wieder den nämlichen Fixstern im Meridian hat. Der, in Gemäßheit der gleichzeitigen Fortrückung des Planeten in seiner Bahn um die Sonne, davon etwas verschiedene (mittlere) Marssonnentag ist um 2 Minuten, 12 Secunden länger, hält also 24 St., 39 M., 35,7 S. unserer Zeit, und da das Marsjahr 686 unserer Tage, 23 St., 30 M., 42 S. währt, so kommen auf ein solches 669 1/3 Marssterntage (Rotationen) oder 668 1/3 Marssonnentage (Zeiten von einem Marsmittage zum nächstfolgenden), dergestalt, daß, wenn nur nach vollen Marstagen gerechnet werden soll, jedes dritte Jahr auf diesem Planeten ein Schaltjahr von 669 dortigen Tagen wird.

Hievon kommen, da der Planet in der Sonnennähe eine schnellere, in der Sonnenferne dagegen eine langsamere Bewegung hat, der Sommer der Nordhalbkugel aber in die letztere fällt, von der Frühlingsnachtgleiche der Nordhalbkugel bis zum Sommersolstitium, 191 Tage (Frühling im Norden, Herbst im Süden), von da bis zur Herbstnachtgleiche (Sommer im Norden, Winter im Süden) 181 Tage (zusammen 372 Tage); von dieser bis zum Wintersolstitium 149 1/3 Tage (Herbst im Norden, Frühling im Süden), und endlich bis zur Frühlingsnachtgleiche (Winter im N., Sommer im S.) 147 Tage (zusammen 296 1/3. Ganze Summe 668 1/3).

Wird der Frühling zum Sommer und der Herbst zum Winter gerechnet, so verhält sich demnach die Dauer des Sommers der Nordhalbkugel zu der der Südhalbkugel wie 19 zu 15; da derselbe aber, wie gesagt, in die Sonnenferne fällt, so verhält sich dagegen, nach Maßgabe der oben angegebenen Excentricität, die Intensität des Sonnenlichtes im nördlichen Sommer zu der im südlichen wie 20 zu 29; und das Resultat der Vereinigung beider Verhältnisse ist also, wie man sogleich übersieht, für die Nordhalbkugel ein längerer, gemäßigterer Sommer, und kürzerer, milderer Winter; für die Südhalbkugel aber ein kürzerer, heißerer Sommer, und ein längerer, strengerer Winter*. Wir werden den höchst merkwürdigen, „augenscheinlichen“ (wie ich oben sage), ganz unverkennbaren Einfluß hievon sogleich näher kennen lernen.

Außer mehrfachen schwarzen und grauen konstanten Flecken nämlich, welche die Oberfläche des Mars zeigt, und von denen wir eben einen zur Bestimmung der Rotationsperiode mit so vielem Glück benützt gesehen haben, bietet dieser Planet noch ein anderes Phänomen dar, welches zu den merkwürdigsten in unserem ganzen Systeme gehört, und von Mädler jetzt eben wieder einer höchst genauen Beobachtung unterworfen worden ist: ich meine die weißen Flecke an seinen Polen, die, im Allgemeinen schon längst bekannt, was das Detail der Erscheinung betrifft, erst neuerdings vollkommen genau bezeichnet worden sind.

* Auf der Erde findet aus demselben Grunde Aehnliches statt: der astronomische Frühling und Sommer der nördlichen Halbkugel dauert auch 8 Tage länger, als der der südlichen. Allein die Geringfügigkeit der Excentricität der Erdbahn läßt diesen astronomischen Einfluß nicht so merklich werden. Die größere Strenge des Winters auf der irdischen Südhalbkugel muß vielmehr auf physische Gründe geschoben werden. — Höchst merkwürdig bleibt aber immer die Wiederholung dieses Gegensatzes zwischen Nord und Süd, welcher sich auch durch andere Umstände offenbart. So finden wir z. B. auf allen Planeten, welche eine solche Beobachtung noch zulassen, die meisten und höchsten Gebirge in der südlichen Hemisphäre. Littrow macht dazu die Bemerkung, „daß Nord und Süd vielleicht nicht bloß eine mathematische Unterscheidung sey, sondern daß damit wohl auch eine besondere, durch unser ganzes System wirkende Kraft in Verbindung stehe“. — Ich habe dieß schon öfter hervorgehoben.

Diese Flecke zeigen sich, so oft und wie sie der Lage der Marskugel gegen die Erde nach beobachtet werden können, stets als eine im reinsten Weiß glänzende Bedeckung beider Marspolarzonen, und diese ihre Farbe contrastirt auf das grellste mit der Farbe der übrigen Theile der Marskugel. Schon Maraldi (Zögling des bekannten französischen Astronomen Cassini d. ä.) beobachtete im Jahr 1704 und genauer 1719 einen solchen Polarfleck, und Herschel (der Vater) hat den hellen Fleck am Südpole in den Jahren 1777, 1781, besonders aber vom Mai bis November 1783, wo derselbe der für diesen Pol eintretenden Polarnacht wegen aufhörte, von der Sonne beschienen zu werden, sehr gut wahrgenommen und seine Mitte mit dem Pole selbst genau genug zusammenfallend gefunden. Für die nördliche Marshalbkugel ist die Coincidenz der Mitte des Flecks mit dem Puncte des Pols durch die frühern Beobachtungen nicht so gut constatirt, ein Umstand, der unten ebenfalls noch in weitern Betracht genommen werden soll. In neueren Zeiten haben der französische Astronom Flaugergues und unser Lilienthaler Schröter, nach ihnen aber namentlich Gruithuisen, dieselbe Beobachtung häufig wiederholt und, im Ganzen genommen, wenigstens das Allgemeine der Erscheinung immer als dasselbe erkannt.

Man hat diesen Flecken, wie die Leser wohl schon wissen, den Namen der Schneezonen des Mars beigelegt: „und in der That", sagt Mädler, „nach langjähriger Fortsetzung derselben Beobachtungen vereinigen sich alle Umstände dahin, diesen Namen zu rechtfertigen *. Nicht allein zeigen sich diese Zonen kleiner, je höher die Sonne zu dem betreffenden Marspole hinauf tritt (bald nach dem Sommersolstitium der entsprechenden Halbkugel); sondern sie lassen sogar den (deßhalb oben von uns hervorgehobenen) Unterschied wahrnehmen, welchen die große Excentricität der Marsbahn, bei der Lage des Planeten in dieser Bahn, auf den Winter der Nordhalbkugel, im Vergleiche zu dem der Südhalbkugel, hervorbringen muß". — Wir hatten als Folge davon oben für die erstere einen kürzern Winter und längeren, gemäßigteren Sommer, für die letztere aber einen längeren, strengeren Winter und kürzeren, heißeren Sommer nachgewiesen. — „Ist das weiße Polarlicht der Marskugel in der That der Reflex eines unserm Eis und Schnee ähnlichen Winterniederschlages, so muß es sich also am Südpol im Winter weiter erstrecken als am Nordpole, im Sommer aber an jenem in engere Grenzen zurückgehen als an diesem". Genau dieß zeigen aber wirklich schon die Beobachtungen bei den Oppositionen in den Jahren 1830, 32 und 37, und die neuesten Beobachtungen bestätigen es vollkommen. In den Jahren 30 und 32 war der Marsnordpol in seinem Winter und von der Erde abgewandt: vom Flecke war nichts zu sehen, und er konnte sich also nicht über dreißig Grad von diesem Pole nach dem Aequator zu erstrecken, weil sein Glanz sonst doch noch in dieser Gegend wahrgenommen worden wäre; dagegen war 1837, im Winter des abgewandten Südpols, weiter nach der Mitte der Marskugel zu noch eine Spur der Schneezone (des weißen Lichtes) zu sehen, daher diese Zone mindestens bis auf sechs und dreißig Grad vom Pol ab nach dem Aequator zu ausgedehnt seyn mußte. Noch bestimmter bestätigte der Augenschein die für den Sommer gemachte Folgerung. Zu einer Marsjahrszeit, welche beiläufig dem 12. Januar unserer Erde entspricht, und wo also die Südhalbkugel des Planeten im Maximum ihres Sommers steht, hatte sich der weiße Südpolfleck bis auf sechs Grad um den Pol zurückgezogen; als der Nordpol dagegen seinen Som-

* Wie es jetzt steht und auch wohl immer stehen wird, ordnet jeder Planet seine innern Angelegenheiten selbst; keinem noch so mächtigen Nachbar kann es einfallen, zu interveniren. — Desto ungestörter und unbefangener können wir uns der Betrachtung dessen überlassen, was die schaffende Natur im Großen darbietet, und von diesen allgemeinen Anschauungen ausgehend, können wir versuchen, die einzelnen Bildungen, die sich auf der Oberfläche der Weltkörper zeigen, etwas näher zu erforschen.

Mädler.

mer erhielt, zeigte sich das Schneelicht einige Zeit nach der Sommersonnenwende, wo doch die Wirkung der Sonnenstrahlen erst ihr Maximum erreicht, noch immer in einer bis auf fünfzehn Grad um diesen Nordpol der ausgedehnten Zone*.

Mädlers Beobachtungen heben dabei zwar die schon oben berührten Zweifel über die vollkommene Coincidenz der Rotationspole mit den Mittelpuncten der Schneezone nicht auf; allein im physischen Verhältnisse ändert dieß wesentlich nichts, denn wenn die Centra der Flecke auch nicht genau die Rotationspole wären, so könnten sie doch gar wohl die Kältepole seyn, welche bekanntlich ja auch auf der Erde nicht genau mit jenen zusammenfallen**; und die bemerkten Verschiedenheiten harmoniren demnach auf das vollkommenste mit der Annahme, daß wir in diesen weißen Marspolarflecken einen, unserm Schnee analogen Winterniederschlag erblicken. „Es ist", setzen unsere Beobachter dieser Entscheidung hinzu, „in der That fast ganz unmöglich, eine sich so schön bewährende Deutung von der Hand zu weisen; unsere Erde muß, aus Planetenferne beobachtet, ganz ähnliche Erscheinungen darbieten; nur wird bei ihr, wegen der geringeren Excentricität der Bahn, der Gegensatz zwischen der nördlichen und südlichen Halbkugel nicht so auffallend seyn."

Wenn wir aber solchergestalt schlechterdings gezwungen sind, auf dem Mars das Vorkommen eines, unserm Schnee ähnlichen Winterniederschlages zuzugeben, so folgt daraus ferner von selbst das Vorhandenseyn einer Atmosphäre auf diesem Planeten, die Dünste aufnimmt und wieder fallen läßt. Ich habe schon oben noch eine andere Beobachtung angeführt, welche das Vorhandenseyn eines solchen, und zwar unserer irdischen Atmosphäre an Dichtigkeit mindestens gleichkommenden*, Luftkreises des Mars anzeigt; aber außerdem spricht auch der Umstand dafür, daß die Flecke dieses Planeten in der Nähe des Randes seiner scheinbaren Scheibe, und wo die Gesichtslinie also länger durch die Atmosphäre fortgeht, stets etwas verwaschen erscheinen, auch wohl ganz verschwinden, gleichwie ferner ein oft bemerkter, plötzlich entstehender heller Glanz des Randes einem eigenthümlichen Prozesse in dieser Marsatmosphäre seine Entstehung zu verdanken scheint. Noch muß ich in dieser Beziehung aus älteren Beobachtungen nachtragen, daß Maraldi, Herschel, Schröter und Gruithuisen, neben den constanten Flecken, übereinstimmend auch veränderliche Flecke auf der Marsoberfläche wahrgenommen und als wolkenähnliche Verdichtungen in der Marsatmosphäre erklärt haben; ja Schröter erkannte an manchen dieser letztern Flecke eine, von der Rotation unabhängige Eigenbewegung, die namentlich bei einem solchen als „Wolkenstreif" erklärten Fleck eine Geschwindigkeit von drei Meilen in der Stunde (zwanzig Fuß in der Secunde), in der Richtung von Nordwest nach Südost auf der Marsoberfläche ergab.

Für das Vorhandenseyn von Meeren auf dem Mars, um auch darauf zurückzukommen, sprechen, wiewohl der Nach-

* Fortgesetzte Beobachtungen dieses merkwürdigen Verhältnisses, welche durch die scharfe Begrenzung und große Deutlichkeit der Flecke sehr begünstigt werden, können uns einst noch die Grenzen des ewigen Schnees auf dem Nachbarplaneten besser kennen lehren, als wir dieselben für unsern eigenen kennen. Ich habe daher nicht Unrecht gehabt, den Mars oben als „ein allgemeines Bild der Erde" zu bezeichnen.

** Die Gestalt der Linien nämlich, welche die Orte von gleicher mittlerer Temperatur auf der Erdkugel verbinden (der „isothermen" Linien), führt zu Puncten der Erdoberfläche, wo die Temperatur im Verhältnisse zur geographischen Breite am geringsten ist („Kältepole"), und deren einer nördlich vom asiatischen Festlande (die südliche Hemisphäre ist in diesem Bezuge noch zu wenig bekannt) liegt und bei weitem nicht mit dem Rotationspole der Erde zusammenfällt.

* Dieß ist wenigstens die Ansicht früherer Astronomen über die Marsatmosphäre. Mädler dagegen nimmt diese Atmosphäre wegen der geringeren Schwere an der Marsoberfläche etwas feiner als die irdische an.

weis eines Luftmeeres schon einen hinreichenden Beweis dafür abzugeben scheint, ebenfalls direkte Beobachtungen. Zuvörderst findet man die weißen Polarzonen nicht scharf kreisförmig begrenzt, sondern nach einigen Richtungen hin mehr, nach andern weniger ausgedehnt; es muß also auf dem Mars, eben so wie auf der Erde, Gegenden geben, welcher bei gleicher Breite eine kältere Natur haben als andere. Nach der irdischen Analogie bedingen besonders Meer und Land einen solchen Unterschied; und man wird daher die Meere des Mars auch wohl zugeben müssen. Außerdem aber überzeugten sich Beer und Mädler wiederholt, daß die das Licht reflektirenden Theile der Marsoberfläche größer sind und überall in Verbindung stehen, gleich den Oceanen der Erde; aus Planetenferne gesehen, würde unsere Erde auch in dieser Beziehung einen ganz ähnlichen Anblick darbieten. — Eben so wird es der Oberfläche des Mars gewiß nicht an Unebenheiten fehlen; „aber", bemerkt der vorsichtige Mädler, „dieselben von der Erde aus wahrzunehmen, selbst wenn uns Mars bis auf das angegebene Minimum der Entfernung von etwa 8 Millionen Meilen nahe gekommen ist, darf auch mit den stärksten Instrumenten nicht erwartet werden, wenn die Marsberge nicht wenigstens 20 Meilen hoch sind, was wider die Analogie wäre, da die Höhe der Berge sicher stets in einem gewissen angemessenen Verhältnisse zum Halbmesser des betreffenden Weltkörpers steht, die höchsten Gebirge unserer im Halbmesser fast doppelt so großen Erdkugel aber bekanntlich wenig über 1 Meile Höhe haben".

An die hier entwickelten Beobachtungen knüpft nun ein anderer Astronom (Gruithuisen) noch einige Vermuthungen über die Bewohnbarkeit des Mars, welche ich den Lesern ebenfalls nicht vorenthalten will.

Wir haben oben gesehen, daß die zwischen den beiden Wendekreisen des Mars enthaltene (auf der Erde die sogenannte heiße) Zone, wegen der auf diesem Planeten stattfindenden größeren Schiefe der Ekliptik (statt wie auf der Erde nur etwa 47 Grad), 58 Grad begreift (sich vom Aequator des Mars bis zu 29 Grad nördlicher und 29 Grad südlicher Breite erstreckt). Nun beträgt aber die mittlere Entfernung des Mars von der Sonne 32 Millionen Meilen (die der Erde bekanntlich nur etwa 20 Millionen Meilen), und die Sonne erscheint den Marsbewohnern unter einem Durchmesser von beiläufig nur 20 Minuten (uns etwa von 30 Minuten). So weit die Erwärmung also von diesen Umständen abhängig ist, muß die mittlere Temperatur der tropischen Zone des Mars weniger hoch seyn, als die unserer heißen Zone. Gruithuisen schränkt daher diese Tropicalzone des Mars nördlich und südlich noch um einen Grad ein, und nennt denjenigen Theil der Marsoberfläche, welcher sich nördlich und südlich bis zu 28 Grad Breite erstreckt, die „temperirte Zone", wo, wie auf unsern bewohnten höchsten Puncten unter und nicht weit vom Aequator (z. B. auf der Bergebene von Quito), „ein steter Frühling" herrschen wird. Die beiden, 29 Grad des Meridians vom Nord- und Südpole herabgehenden kalten Zonen der Marskugel hält Gruithuisen für ganz unbewohnbar, und die zwischen dem 29. und 61. Grade nördlicher und südlicher Breite enthaltenen (im irdischen Sinne also gemäßigten) Zonen, ebenfalls strenger Kälte wegen, nur für theilweise bewohnbar.

„Von der organischen Welt auf dem Mars", fährt dann Gruithuisen fort, „läßt sich analogisch noch manches vermuthen, wenn nur keine zu nahe Bezeichnung verlangt wird. Die Pflanzen haben wohl in der Tropicalzone dieses Planeten bereits den Alpencharakter, und bei zunehmender Breite verarmt die Marsflora wohl an vollkommeneren Pflanzenformen. Die thierische Organisation zeigt aber gewiß auch hier ihre bestimmten Typen, und es wird, bei den übrigen Aehnlichkeiten, hinsichtlich ihrer ebenfalls eine nähere oder fernere Vergleichung mit dem möglich seyn, was uns die Erde bietet. Gibt es aber endlich Menschen auf dem Mars, so werden sie an Größe und Stärke manches mit den Bewohnern hoher Bergebenen der Erde gemein haben, und der Planet wird solchergestalt den Namen Mars noch mit besonderem Rechte verdienen". —

Beer und Mädler sind nun freilich weit

entfernt, auf ihre oben vorgetragenen neueſten Beobachtungen ſo beſtimmte Folgerungen zu gründen; allein ſie ſchließen ihre Darſtellung doch mit den von mir ſchon an die Spitze geſtellten Worten, welche wir hier abſichtlich wiederholen: „daß es bis jetzt noch bei keinem der übrigen Weltkörper gelungen iſt, eine ſo wahrſcheinliche und ſelbſt in ihren Einzelheiten ſo vollkommen befriedigende Deutung der beobachteten Phänomene aufzuſtellen". Es dürfte — fügen ſie hinzu — nach allem Geſagten nicht zu gewagt ſeyn, den Mars als einen unſerer Erde auch in phyſiſcher Beziehung ſehr ähnlichen Weltkörper zu betrachten. Die weſentlichſten Unterſchiede zwiſchen Mars und Erde ſind nur der geringere Durchmeſſer des erſteren, die ſtarke Excentricität ſeiner Bahn und der Mangel eines Mondes; denn das Fehlen eines ſolchen iſt nun wohl als vollkommen erwieſen anzunehmen*. Dagegen ſtimmen die Tageslängen, die Dichtigkeiten, außer den vielen andern oben hervorgehobenen Umſtänden, nahe genug, um die Aehnlichkeit, bei manchen aus den Verhältniſſen ſelbſt folgenden kleinen Verſchiedenheiten, ſehr auffallend zu machen.

Die Conjecturalaſtronomie könnte auf dieſem ſo wohl gelegten Fundamente immerhin noch dreiſter fortbauen; ich will es indeß für dießmal bei dem Angedeuteten bewenden laſſen und verweiſe, indem ich hier den ſo intereſſanten Art. „Mars" beſchließe, die Leſer, welche noch weiteres, namentlich Beobachtungs-Detail verlangen ſollten, vielmehr abermals auf das ſchon oben citirte Werk von Mädler: „Beiträge zur phyſiſchen Kenntniß der himmliſchen Körper im Sonnenſyſteme". Weimar. 1841. gr. 4. mit 7 Kupfertafeln, gleichwie auf die ebenfalls bereits angeführten „Tabulae *Martis*, auctore *de Lindenau*." Eiſenberg. 1811. 4. —

Maß, Maaß°; Mensura; *Mesure*. So heißt jede gegebene Größe, welche als Einheit oder als Norm genommen, dazu dient, irgend eine andere Größe zu „meſſen", oder ihren Gehalt in ſpecieller Beziehung ihrer Größe zu beſtimmen. Der Gegenſtand, unter allen ſeinen Geſichtspuncten betrachtet, iſt von ſehr weiter Ausdehnung; ich habe mich, in der bloß aſtronomiſchen Rückſicht meines Werkes, des linearen Maßes der „Meilen", „Toiſen", „Metres", „Fuße" u. ſ. w., und des Zeitmaßes der „Jahre", „Tage", „Stunden" u. ſ. w. bedient; und ſchränke mich jetzt lediglich auf Beibringung einer allgemeinen numeriſchen Ueberſicht davon ein.

Unter „Meile" (vergl. auch den beſondern Artikel) zunächſt wird hier die (Deutſche oder) geographiſche ver-

* Nach einer gewiſſen Regel müßte Mars gleichwohl einen Mond haben. Der verewigte Berliner Aſtronom Bode hielt ſich, wie er mir oft mündlich erklärt hat, vom Daſeyn eines ſolchen feſt überzeugt. „Da Mars", bemerkt er in ſeiner Sternkunde, „ſelbſt nur klein iſt und das Licht der Sonne nicht eben lebhaft zurückwirft, ſo finden beide Umſtände vermuthlich auch bei ſeinen (Bode ſchreibt ſeinen, nicht ſeinem: er ging von dem Geſichtspuncte aus, daß die Zahl der Monde nach der Regel der wachſenden Entfernung des betreffenden Hauptplaneten von der Sonne zunehmen müſſe) Trabanten ſtatt. Ferner kommt Mars der Erde nur etwa alle zwei Jahre näher, und dann wäre nur wenige Zeit hindurch Hoffnung, ſeine Trabanten durch die vollkommenſten Teleſkope zu ſehen; endlich aber entfernen ſie ſich vielleicht um viele ſeiner Durchmeſſer von ihm, und die Neigung ihrer Bahnen gegen die Ekliptik könnte auch beträchtlich ſeyn, wodurch ihre Auffindung noch mehr erſchwert werden würde".

° Die gewöhnliche Schreibart iſt Maaß (ſeltener Maas); ſie beruhet auf der Ausſprache, wonach das einfache a vor ß (wie z. B. in Aß [Daus]. wenigſtens) oft kurz wird. Die hier gewählte Schreibart hat dagegen die Etymologie für ſich, inſofern das Wort von Meſſen mit einfachem Vocal und doppeltem ſ abgeleitet werden kann. Auch ſchreibt Heinſius („Wörterbuch der Deutſchen Sprache". Hannover. 1820. 4 B. gr. 8.), welchen ich in Dingen dieſer Art immer als Auctorität citire, wie ich oben, „Maß".

ſtanden, deren 5400 auf den Umfang des Erdäquators (15 auf jeden der 360 Grade [15 . 360 = 5400] dieſes „größten Kreiſes“ der Erdkugel) kommen, durch unmittelbare Meſſung, und welche alſo als ein, der Natur ſelbſt zu entnehmendes Maß betrachtet werden könnte*. Eine ſolche „Meile“ hält, unter den, im Art. Erde, S. 362. gemachten Vorausſetzungen, 22869 Pariſer-, oder (da der Pariſer Fuß = 144-, der Rheinländiſche aber nur = 139, 18 Pariſer Linien iſt, und ſich dieſe beiden Fußmaße, auf welche, als die gewöhnlichſten, ich mich hier beſchränke, alſo = 14400 : 13918 verhalten) 23661 (nämlich $\frac{22869 \cdot 14400}{13918}$) Rheinländiſche Fuß. Die „Toiſe“ aber, auf welche ſich der Aſtronom bei geringeren Dimenſionen (wie z. B. unſer Dorpater Mädler in ſeinem trefflichen Mondwerke, bei Angabe der Höhe der Mondberge) gern bezieht, iſt = 6 Pariſer- (und mithin = $6 . \frac{14400}{13918}$ Rheinländiſche-) Fuß. — Bei den großen Entfernungen der Fixſterne (vergl. d. Art. S. 554.) haben wir uns dagegen, ſtatt der einzelnen Meilen, lieber der mittleren Entfernungen der Erde von der Sonne (in runder Zahl = 20 Millionen Meilen), unter dem Namen der „Sonnenweite“ (ſ. d. beſondern Art.) bedient.

Die weitere Theilung der 360 „Grade“ (ſ. Grad) des Kreisumfanges ſodann, überſieht man am beſten auf nachſtehende Weiſe:

Grade.	Minuten.	Secunden.
	1.	60.
1.	60.	3600;

ein Schema, welches meine Leſer leicht ſelbſt auf Tertien, Quarten, Quinten ausdehnen können; — ich begnüge mich hier, aus dem citirten Art. zu wiederholen, daß danach der ganze Kreisumfang $360^{\circ} . 60 = 21600' = 21600' . 60 = 1296000''$ enthält.

Das Zeitmaß endlich anlangend, ſo ergibt ſich daſſelbe ebenfalls am überſichtlichſten aus folgender gleich ſchemaartiger Anordnung:

Jahr.	Tage.	Stunden.	Minuten.	Secunden.
			1.	60
		1	60.	3600
1.	365¼ †	8766.	525960.	31557600.

(Laplace dagegen: 1 Tag = 10 St., 1 St. = 100′, 1′ = 100″).

* Die nämliche Idee lag (wenigſtens angeblich; denn der wiſſenſchaftliche und nicht dieſer techniſche Zweck war wohl zunächſt die Hauptſache, indem letzterer durch Beziehung auf die Länge des einfachen Secunden-Pendels [vergl d. A.] unter einer beſtimmten Breite, offenbar kürzer erreicht werden konnte) bei der großen Franzöſiſchen Gradmeſſung, von welcher, unter dieſem Geſichtspuncte, im Art. Erde, S. 357. die Rede iſt, zu Grunde: der zehnmillionſte Theil der dabei zu ermittelnden Länge eines vollen Quadranten des Erdmeridians ſollte unter dem Namen „*Mètre*“ die Baſis des Neu-Franzöſiſchen Maßſyſtems bilden (bildet ſie bekanntlich auch wirklich). Ein ſolcher „Meter“ (auf den ich nun oben weiter nicht zurückkomme) iſt = 443.44 (nach einer andern Beſtimmung 443,296) Pariſer-Linien (welche ich zur Bezugsgröße wähle) . . . . . = 3 Fuß 0 Zoll 11,44 Linien Pariſer Maß,
und unterſcheidet ſich alſo von der (vergl. oben) Toiſe (= 6 Fuß) . . . . . = 5 — 11 — 12 — — —
um . . . . . 2 F. 11 Z. 0,56 L. Pariſer Maß.
oder hält nahe 1 Pariſer Zoll mehr als die halbe Toiſe, iſt nahe = 3 Fuß 1 Zoll Pariſer Maß.

† In dieſer Art nämlich wird das Erdenjahr (vergl. Jahr, S. 808.) gewöhnlich, namentlich beim Ausdrucke der Jahre anderer Planeten in Erdenjahren, genommen: die Dauer des Marsjahres z. B. beträgt (l. c.) in

In näheres Detail über den weitschichtigen Gegenstand habe ich, wie gesagt, nicht einzugehen; wer aber dergleichen Entwicklungen, und zwar weniger unter dem Gesichtspuncte des bürgerlichen Lebens, als für das rein wissenschaftliche Bedürfniß verlangt, dem weiß ich nichts Besseres als den Artikel „Maß“ vom Heidelberger Naturforscher Muncke (fast 200 S. gr. 8.) in der viel citirten neuen Auflage von Gehler's „Physikalisches Wrtrb.“ zu empfehlen.

Masse*; Massa; Masse. „Unter der „Masse“ eines Körpers versteht man die Menge seiner undurchdringlichen Materie“. — Diese allgemeine Definition, welche meine Leser, also gefaßt, schwerlich befriedigen wird, finden Sie in Ihren Lehrbüchern der Physik; wenn ich Ihnen aber, mit astronomischer Einschränkung des Begriffs auf die Massen der Weltkörper, z. B. im kurzvorangehenden Artikel Mars bemerke, „der Ausdruck: die Masse des Mars betrage 1/5 der Masse unserer Erdkugel, wolle sagen: daß, wenn letztere Kugel in der einen Schale einer Wage läge, man, um diese Kugel aufzuwägen, in die andere Schale 5 Marskugeln thun müsse“*; so verstehen Sie mich alsobald vollkommen. Dieß ist aber auch in der That die adäquateste Erklärung der Sache unter unserm Gesichtspuncte: die Weltkörper stellen sich wirklich als Gewichte** in der Himmelswage dar, in welcher sie durch die Gewalt ihrer Gravitation ganz die, in diesem Artikel so ausführlich erklärten nämlichen Wirkungen hervorbringen; und wenn mich die Leser fragen, wie eine solche Gewichtsermittlung der Weltkörper, z. B. des eben erwähnten Planeten Mars, nur irgend gedacht werden könne? so verweise ich Sie auf diesen Artikel, eben um daselbst zu ersehen, daß die Schwer- („Gravitations-“) Einflüsse dieser Weltkörper genau nach Gewichtsart erfolgen***.

lauter Tagen
und Stunden . . 686 T. 23 St.,
wofür man in den
Tabellen . . 1 J. 321 — 17 —,

also eine scheinbare
Differenz von . . . . . 6 St.
findet, welche eben vom Ansatze des Erdenjahres zu $365\frac{1}{4}$ Tagen (365 Tagen 6 Stunden) herrührt. — Mehrere Beispiele finden sich gleichfalls l. c., allwo ich bereits auf diesen Umstand, wodurch man sich so leicht irren läßt, aufmerksam gemacht habe. Endlich muß ich auch noch bemerken, daß „Wochen“ und „Monate“ nicht hierher gehören: beide Zeit-Abschnitte, besonders in ihrem Bezuge zum Mondlaufe, sind vielmehr in eigenen A. A. behandelt.

* Man verwechselt oft „Masse“ und „Volumen“ eines Körpers; die Bezeichnung der „Masse“ als identisch mit dem Gewichte, wie ich den Begriff oben charakterisire, hebt den Unterschied am besten hervor: eine Kugel von Holz, und eine Kugel von Eisen, beide von gleichem Durchmesser, haben offenbar gleiches „Volumen“ (gleiche räumliche Ausdehnung), aber gewiß ein sehr verschiedenes Gewicht, eine sehr verschiedene „Masse“. — Die zu Schlusse des gegenwärtigen Artikels folgenden Betrachtungen über „Dichtigkeit“ machen die Sache vielleicht noch einleuchtender.

* Wir hatten das Gewicht der Erdkugel, mit Bezug auf ihre mittlere Dichte („durchschnittliche“ Dichte ihrer verschiedenen concentrischen Schichten; ich komme hinten hierauf zurück), im Art. Erde (S. 362.) = 90000 Trillionen Centner ermittelt; „Mars“ wöge hiernach $\left(\frac{90000}{5} =\right)$ 18000 Trillionen Centner. — Dieß befriediget vielleicht noch unmittelbarer.

** In diesem besondern Art. Gewicht ist die Sache, wie ich für den Fall einer Vergleichung bevorworten muß, unter dem engeren Gesichtspuncte „des bloßen Druckes“ betrachtet worden, „welchen die Körper auf dem bestimmten Planeten durch ihre dortige Schwere ausüben“ — Ich bitte, Dieß von der allgemeinen hier nothwendig werdenden Ansicht wohl zu unterscheiden.

*** Der Mond, um das nächste der in jenem Art. S. 705 für unseren Satz angewendeten Beispiele, hier nochmals zu benützen, beschreibt seine Bahn um einen, ihm und seinem Centralkörper, der Erde,

In dieser Art ist denn nun auch ganz besonders die im Art. Gravitation S. 704. mit Verweisung wegen des Näheren hierher, gemachte Anführung: „die Masse der Sonne übertreffe (überwiege) die Massen aller Planeten unseres Systems zusammengenommen, doch noch 800 Mal“ * — zu verstehen: „die Sonne liegt in der einen Schale der Himmelswage, deren andere Schale (vergl. d. Anmerk.) die sämmtlichen übrigen Gestirnmassen des Systems erfüllen, oder, noch bezeichnender, die Sonnenmasse nimmt (s. wieder Gravitation, S. 705.) den einen Endpunct des Himmels-Hebels ein, an dessen anderm (längeren) Arme die übrigen Systemsmassen ziehen“. — Dieß wird, unter unserm Gesichtspuncte, über den Begriff von „Masse“ genügen; und ich gehe in weitere unmittelbare Betrachtungen darüber demnach nicht ein.

Wohl aber steht in der engsten Verbindung damit die Erklärung der Dichtigkeit; und da ich diesen Gegenstand in einem eigenen Artikel nicht behandelt

gemeinschaftlichen Schwerpunct, welcher vom Mittelpuncte der letzteren 589, und vom Mondmittelpuncte dagegen (mittlere Mondentfernung von der Erde = 51829 Meilen; 51829—589 aber =) 51240 Meilen absteht: die strengere Reduction der beobachteten Orte des Mondes zeigt in der That, daß sich die Bewegung dieses Gestirns nicht eigentlich auf den Erdmittelpunct, sondern, genau genommen, vielmehr auf den so gelegenen Schwerpunct bezieht; und diese respective Entfernungsbestimmung des letzteren Punctes von den beiden Mittelpuncten ist demnach ein Resultat der Beobachtung selbst. Zugleich lehrt l. c. S. 712. die Vergleichung anderweiter Gravitationswirkungen, daß der Erdkörper 87 Mal soviel „Masse“, d. h. also „Gewicht“, als der (Erd-) Mond hat (87 Mal schwerer als sein Mond ist). Die beiden Massen: des Mondes = 1, der Erde = 87, stellen sich solchergestalt in Bezug auf jenen „Schwerpunct“, welcher, unter dieser Voraussetzung, das Hypomochlium abgibt, als „Gewichte“ dar, von denen das erstere, in der angegebenen Entfernung der 51240, das letztere in der Entfernung der 589 Meilen vom selbigen „Hypomochlium“, die entgegengesetzten Endpuncte eines zugehörigen Hebels einnehmen; und man müßte, der Hebel-Theorie gemäß,

$$51240 : 589 = 87 : 1$$

haben. — Dieß ist aber, wie meine Leser sehen, wirklich überaus genau der Fall; und die Wirkungs-Identität von „Masse“ und „Gewicht“, in Rücksicht, auf welche ich dieses Beispiel eben nochmals besonders hervorgehoben habe, findet sich dadurch also recht augenscheinlich bestätiget.

* Die Leser sollen diese Anführung nicht länger bloß auf Treu und Glauben hinnehmen. Sie finden in Ihrem Biot (des Französ. Astronomen „Astronomie physique“. 2te Aufl. Paris. 1811. 3 B. gr. 8. II. 219), für die Sonnenmasse = 1, berechnet †:

die Masse des Mercur	= 1/2025810,	= 1000000/2025810,	= (hinreichend nahe)	1/2,
der Venus	= 1/356632,	= 1000000/356632,	=	3 1/3,
der Erde	= 1/337086,	= 1000000/337086,	=	3 1/3,
des Mars	= 1/2546320,	= 1000000/2546320,	=	1/2,
des Jupiter	= 1/1067,	= 1000000/1067,	= . . .	1000,
des Saturn	= 1/3534,	= 1000000/3534,	= . . .	333 1/3,
des Uranus	= 1/19504,	= 1000000/19504	= . . .	50.
			Summe	1391.

Drücken wir jetzt, Behufs leichterer Reduction, die Sonnenmasse, statt, wie erst, durch 1, durch 1000000 aus, so kommt nunmehr oben: Man

† Encke's neueste Berechnungen geben diese Massen etwas anders, jedoch ohne daß dadurch das obige Verhältniß bedeutend afficirt würde. Ich komme in dem, jeden einzelnen Planeten besonders behandelnden Artikel darauf zurück.

habe, so muß ich um so mehr hier darauf eingehen.

Denken wir uns also, um die Sache in aller Beziehung sogleich durch ein Beispiel recht augenscheinlich aufzuklären, zwei (etwann alsobald Planeten-) Kugeln zuerst von vollkommen gleicher Größe (gleichem Durchmesser); so sind beide von gleichem räumlichen Inhalte: sie haben beide gleiches „Volumen", wie ich die Definition deßwegen schon in einer Anmerk. an die Spitze des gegenwärtigen Vortrages gestellt habe. Nun soll aber die eine dieser Kugeln, jenes gleichen Volumens ohnerachtet, doch nur z. B. halb soviel als die andere wiegen, so enthält sie offenbar auch nur halb soviel „Masse", und ist demgemäß nur halb so „dicht"; auf diese Art erhellt der Begriff von Dichtigkeit, in Verbindung mit den Begriffen von Volumen und Masse, aus denen er folgt, am schnellsten: man gibt gleich zu, daß ein Körper in dem Verhältnisse weniger „dicht" (lockerer*) ist, als sich seine „Masse" (eigentliche Materie) durch einen größeren Raum verbreitet (zu einem größeren „Volumen" ausgedehnt) findet. Jetzt sey sodann die eine dieser Kugeln dagegen 2 Mal so groß als die andere, sie sey von 2fachem Volumen, aber dabei doch auch wieder nur von demselben Gewichte, von derselben Masse; so ist auch ihre „Dichtigkeit" offenbar ebenfalls nur halb so groß als die Dichtigkeit der gleich schweren andern Kugel, und findet sich also, indem man die Masse M der Kugel durch dieses ihr Volumen V dividirt $= \frac{M}{V}$, woraus der allgemeine Satz: „die Dichtigkeiten der Körper verhalten sich wie die Quotienten ihrer Gewichte (Massen) durch ihre Volumina" folgt, von welchem Satze wir nur so eben erst, im kurz vorher gehenden Artikel Mars, Anwendung zur Bestimmung der „Dichtigkeit" dieses Planeten gemacht haben.

Diese Nachweisung des Bezuges zwischen „Dichtigkeit" und „Gewicht" (Masse) soll uns nun aber zugleich zu einer Aufklärung über die Möglichkeit verhelfen, das wirkliche Gewicht der ganzen Erdkugel anzugeben, welches ich oben, mit der Bevorwortung, hier darauf zurückzukommen, zu 90000 Trillionen Centner (den Centner = 100 Pfunden) angeschlagen habe.

Im Art. Gravitation (S. 715. flgd.) ist nämlich aus der Vergleichung der Kraft der Anziehungen, welche einerseits die ganze Erdkugel und anderseits ein (l. c. näher bezeichneter) Granitfelsen (durch Ablenkung) auf das Bleiloth ausüben, gefolgert worden, daß die mittlere* (durchschnittliche) Dichte

Man hat aber in der That ziemlich genau 1391 : 1000000 = 1 : 800, wie wir darthun wollten; — und diese, also rechnend erwirkte, ungeheure Massen-Uebergewicht der Sonne läßt zugleich mit großer Wahrscheinlichkeit auf das Vorhandenseyn noch anderer (bis jetzt unentdeckter) sehr bedeutender (planetarischer, kometarischer) Gestirn-Gegenmassen (Gegengewichte) in unserm Systeme schließen. „On voit" setzt Biot außerdem hinzu, „on voit en même tems, combien toutes ces masses sont petites comparativement à celle du soleil. La terre qui nous paraît si vaste, n'est qu'un grain de poussière par rapport à ce grand corps, qui, lui-même, cependant n'est qu'un point dans l'immensité des cieux — Erhabene Wissenschaft, welche uns diesen Maßstab in die Hände gibt!

* Ich brauche diesen Ausdruck „locker" absichtlich: Encke (der Berliner Astronom) hat (vergl. Erde, S. 370.) dargethan, daß die vier kleinen Planeten Mercur, Venus, Erde und Mars von gleicher (mittlerer) „Dichte", die großen Planeten Jupiter, Saturn und Uranus aber von viel „lockererem" Stoffe sind. Vermuthet hatte ich dieß schon in meinen „Astronomischen Skizzen" (Kempten. 1837. gr. 8.), welche ich ja zu vergleichen bitte.

* Die „Dichte" der Erdkugel (vergl. Erde, S. 370.) ist natürlich in den verschiedenen, diese Kugel bildenden, concentrischen Schichten auch sehr verschieden; hier wird eine durchschnittliche, eine solche „gleichförmige"

des Erdkörpers die doppelte des Granits sey, welches also, unsern Erklärungen zufolge, sagen will, daß man, um die Erdkugel aufzuwägen, zwei ihr an Volumen gleiche Granitkugeln, d. h. von einem, dem ihrigen gleichen Durchmesser, anwenden müsse. Nun kennt man diesen Durchmesser in Fußen, und damit den körperlichen Inhalt (das „Volumen") dieser Kugel in Cubic-Fußen, gleichwie das Gewicht eines Cubic-Fußes Granit (in Pfunden, Lothen); und wenn man also letzteres Gewicht mit jener Zahl von Cubic-Fußen multiplicirt, und das Product verdoppelt, so ergibt sich das Gewicht der Erdkugel in Pfunden (Centnern), wie es meine Leser zu wissen verlangen, und, nach dieser Anleitung nun leicht selbst berechnen und mit meiner obigen Angabe der 90000 Trillionen Centner (zu 100 Pfunden) dafür vergleichen können*. — „Tantum", wie ich mich in Beziehung auf unsere astronomischen Schlußreihen schon öfter ausgedrückt habe, „tantum series juncturaque pollet"!

Diese Betrachtungen über das Allgemeine des Begriffes der „Masse" (in der Verbindung mit Dichte und Volumen) werden hinreichen; genauere Einzelbestimmungen der Massen der Weltkörper finden sich in den betreffenden speciellen Artikeln, außer welchen der schon citirte Vortrag über Gravitation und die später folgende Abhandlung über Perturbationen das hier Beigebrachte auch in anderen speciellen Beziehungen noch dergestalt ergänzen, daß ich Nichts weiter hinzuzusetzen habe, und damit schließen kann.

Materie, materieller-, körperlicher Stoff; Materia corporum; *Matière*, Matière des corps. Dasjenige, woraus die Körper, also namentlich auch die Weltkörper, bestehen, oder was dieselben undurchdringlich macht. Mit dem Begriffe des Körperlichen ist allezeit auch der Begriff der Ausdehnung verbunden; derselbe erschöpft aber nicht das ganze Wesen von „Körper": die Vorstellung des Ausgedehnten bleibt vielmehr noch in der Einbildungskraft zurück, wenn wir uns auch den Körper aus seinem Raume herausgenommen denken. Also gehört jenem „Wesen des Körpers", außer der Ausdehnung, noch Etwas, welches den Raum erfüllt, oder verursacht, daß in eben dem Raume, außer dem betreffenden Körper, nicht zugleich noch etwas Anderes seyn könne; und dieses „Etwas" nennen wir nun eben „Materie".

Bei dieser bloßen Definition von „Materie" (der Weltkörper) bleibe ich hier aber auch stehen, ohne mich in diejenigen weiteren metaphysischen Erörterungen einzulassen, welche die Naturlehre darüber beibringt. Unter unserm bloß astronomischen Gesichtspuncte wird sich der Gegenstand vielmehr in einem besondern Artikel Weltenschöpfungsstoff behandelt finden, auf welchen ich die Leser also, gleichwie Dieß schon bei betreffenden früheren Veranlassungen geschehen ist, lediglich verweise.

Dichte verstanden, als wenn (vergl. d. A.) die ganze Erdmasse (die ganze Mischung ihrer mehrfachen Materien) auch gleichförmig durch das ganze Kugel-Volumen des Erdkörpers vertheilt wäre.

* Um Ihnen die Bemühung jedoch zu erleichtern, setze ich wenigstens die Data dieser Berechnung hierher. Die Erdkugel enthält (vergl. Erde, S. 362.) 2650 Millionen Cubic-Meilen; die Länge der Meile aber wird (l. c.) in runder Zahl zu 22800 Pariser Fuß angenommen, woraus der Cubic-Inhalt Einer solchen Meile $= 22800^3$ Cubic-Fuß folgt. Letztere Zahl (22800^3) ist demgemäß mit den obigen 2650 Millionen zu multipliciren, um den Inhalt der Erdkugel in Cubic-Fußen zu heben, welches Product wir P nennen wollen. Das Gewicht eines Cubic-Fußes Granit finde ich ferner $= 170$ Pfund; und man soll, der obigen Behauptung gemäß, also $\frac{P.2.170}{100} = 90000$ Trillionen Centner haben. — Mir stimmt das Facit ziemlich, wenigstens soweit es das praeter propter der gemachten numerischen Annahmen gestattet, wobei ich mich auch um so mehr beruhige, als mir besonders nur der Nachweis der Ausführbarkeit der Berechnung am Herzen lag.

Mathematik, Größenlehre; Mathesis, Mathemata; *Les Mathématiques*. Ich habe den aſtronomiſchen Hülfswiſſenſchaften: der Chronologie, Dioptrik u. ſ. w. u. ſ. w. in unſerm Werke eigene Artikel einräumen müſſen; die „Mathematik“ ſteht zur Aſtronomie in einem noch viel engeren Bezuge: ſie iſt die Trägerin derſelben; ohne Mathematik iſt eine eigentliche, d. h. eine ſolche Aſtronomie, welche nicht bei dem bloßen Beobachtungsreſultate ſtehen bleiben, ſondern Folgerungen daraus ziehen will, gar nicht möglich; — und ich bin daher gezwungen, auch die Wiſſenſchaft der Mathematik in dieſen ihren Beziehungen wenigſtens ſo nahe zu charakteriſiren, als der Plan und Umfang meines Werkes Dieß geſtatten. Ohne Mathematik, wie geſagt, keine Aſtronomie*! — und ich darf dennoch den Vorwurf des Pedantismus nicht fürchten, wenn ich über den Tempel der Urania, welchen ich unſerer Muſe im gegenwärtigen Werke ſo gern errichte, die Aufforderung jenes Griechiſchen Weltweiſen** ſetze:

„Ubeis agrometrätos eisito“!

Die „Mathematik“ alſo iſt die Wiſſenſchaft der Größen: der Griechiſche Name (μάθησις) bedeutet ſoviel, als Wiſſenſchaft oder Unterricht (Disciplina, Institutio) *per excellentiam*; und man hat ihn der „Lehre von den Größen“ auch vorzugsweis beigelegt, entweder weil dieſe Lehre, wegen der Gewißheit und Klarheit ihrer Sätze, beſonders Anſpruch auf den Rang der „Wiſſenſchaft“ machen kann, oder auch, weil mehrere philoſophiſche Schulen Griechenlands, unter der nämlichen Vorausſetzung, zugleich den Anfang alles Unterrichts mit „mathematiſchen“ Sätzen machten.

Von den beiden ſpeciellen Disciplinen: die reine (Mathesis pura, abstracta; *Les Mathématiques pures*) und die angewandte (Mathesis mixta, applicata; *Les Mathématiques appliquées*), in die, wie ich für bekannt vorausſetzen muß, die „Mathematik“ zerfällt, bezieht ſich unmittelbar dieſe letztere auf die Aſtronomie, als einen ihrer Haupttheile, und für welchen ſie den ausgedehnteſten Gebrauch jener Anwendungen der Theorien der erſteren macht. Eigentlich zwar hat die „angewandte Mathematik“ keine anderen Grenzen, als die Welt ſelbſt, und kann demnach ſoviel beſondere Wiſſenſchaften enthalten, als es Gegenſtände gibt, bei denen ſich Größen durch Schlüſſe, oder, wie ich oben von unſerer Wiſſenſchaft ſage, durch „Folgerungen aus Beobachtungen“, beſtimmen laſſen. Indeß beſchränkt man ſich in dieſer Rückſicht doch großentheils auf drei ſolche Gegenſtände: das Licht (Kategorie der optiſchen), die Kräfte und Bewegungen der Körper (Kategorie der mechaniſchen), und eben vorzüglich die Geſtirne (Kategorie unſerer aſtronomiſchen Lehren), und weiſt, wegen des unmittelbareren Zuſammenhanges der Aſtronomie mit der Mechanik, jener erſteren ihre Stelle ſolchergeſtalt auch unmittelbar nach dieſer letzteren an. Ein Theil der großen Wiſſenſchaft der Aſtronomie iſt zwar, als angedeutetes bloßes Beobachtungs-Reſultat, mehr nur hiſtoriſch-phyſiſch, indem derſelbe lediglich die Beſchreibung deſſen, was am Himmel wahrgenommen werden kann, alſo die Aſtrognoſie (vergl. d. A.), die planetariſche Topographie (ſ. Planeten), und etwann die Phyſik der Kometen (ſ. Kometen) enthält; der andere und ſchwerere, allen Scharfſinn unſeres Geiſtes in Anſpruch nehmende Theil der Aſtronomie

* Um einem Mißverſtändniſſe vorzubeugen, mache ich deßhalb auch wiederholt darauf aufmerkſam, daß ich mir, ſchon auf dem Titelblatte meines Werkes, den Beiſtand der Mathematik wenigſtens für diejenigen Artikel, welche deſſelben unerläßlich bedürften, ſchlechterdings habe vorbehalten müſſen, und daß nur der „Ausſchluß aller irgend entbehrlichen analytiſchen Formelſprache“ hat zugeſichert werden können. — Ich wünſche auch in dieſem Bezuge vor meinen Leſern ſo conſequent als nur möglich zu erſcheinen, und gebe Ihrem Urtheile die Entſcheidung anheim, ob „mathematiſcher“ Luxus nicht wirklich nach allen Kräften vermieden worden iſt.

** Bekanntlich die Aufſchrift über den Eingang zu Plato's Hörſal.

aber: die Unterſuchung der Bewegung der Weltkörper und des Geſetzes der dabei wirkſam werdenden Grundkraft, iſt dagegen durchaus auf die „Mathematik“ angewieſen. Von den ſcheinbaren Bewegungen (ſphäriſche Aſtronomie) geht man dabei zur (vergl. d. Art. Aſtronomie, S. 58.) Entwicklung der wahren Bewegungen (theoriſche Aſtronomie), welche zuerſt auch noch bloß auf die Wahrnehmung ſammt der daraus folgenden ferneren „mathematiſchen Berechnung“ begründet und nur durch genaue Uebereinſtimmung mit den Beobachtungen als richtig erkannt wird, bis endlich die phyſiſche Aſtronomie die Erklärung der Himmelsbewegungen als ein großes Problem jener allgemeineren Theorie der Mechanik darſtellen lehrt, zu deſſen Auflöſung ſie nur ſo viele Beobachtungsdata verlangt, als eben Behufes der Anwendung der gedachten Theorie auf jeden beſtimmten Fall erforderlich ſind. Dieſe „mathematiſch-aſtronomiſche“ Disciplin, welche meine Leſer näher beſonders aus dem Artikel Himmelsmechanik und dem damit innig verwandten Vortrage über die Gravitation, als jene dabei wirkſam werdende Grundkraft, kennen gelernt haben, iſt gewiß der erhabenſte aber auch der ſchwerſte Theil aller menſchlichen Kenntniſſe; und Nichts beweiſt die eigenthümliche, von der Erfahrung (dem ſinnlichen Scheine, wie ſehr er dem Menſchen auch imponire) ganz unabhängige Kraft unſeres Geiſtes mehr, als gerade dieß, in den genannten Artikeln nach allen ſeinen glänzenden Erfolgen geſchilderte Gelingen des menſchlichen Beſtrebens, aus den allgemeinſten Prämiſſen, den Weltkörpern nicht nur ihre Bahnen im Ganzen vorzuſchreiben, ſondern auch die ſpeciellſten, dabei eintretenden Nebenwirkungen (vergl. ferner Perturbationen) in Rechnung bringen zu können. Hier erblicken wir die „Mathematik“ auf dem höchſten Gipfel aſtronomiſcher Anwendung; und ihre theoretiſche Ausbildung kann, in dieſem Bezuge, vielleicht kaum noch weiter getrieben werden. — Aber auch in praktiſcher Hinſicht ſodann ſteht die „Mathematik“ der Aſtronomie hülfreich zur Seite, indem ihre Rechnungen und Formeln bei der Anweiſung zur vortheilhafteſten Conſtruction der aſtronomiſchen Inſtrumente (namentlich der Fernröhre, in welchem Artikel dieſe Anwendung ausführlich gezeigt wird), bei der Combination der Beobachtungen (ſ. Bedingungsgleichungen und Methode der kleinſten Quadrate), bei der Zuſammſtellung der aſtronomiſchen Tafeln (vergl. d. A.) u. ſ. w. u. ſ. w. dankbar benützt werden. Endlich aber findet ſich nicht weniger die „mathematiſche“ Geographie (vergl. d. A.), wenn ich ſo ſagen darf, die ſpecielle Aſtronomie des Planeten Erde, wiewohl man ſie meiſtens als beſondere Disciplin behandelt, zur Geſammtheit der Aſtronomie, in dem Verhältniſſe eines Abſchnittes zum Ganzen; und der enge Bezug zwiſchen Mathematik und Aſtronomie zeigt ſich alſo ſchließlich auch hier.

Die Geſchichte der Mathematik hiernächſt anlangend, ſo iſt dieſe Wiſſenſchaft gewiß ſo alt als die Welt, welche ihre Betrachtungen und Anwendungen, wie ich oben ſage, „bis zu den äußerſten Grenzen“ beherrſchen; und ich kann in die Unermeßlichkeit eines ſo viele Jahrtauſende umfaſſenden hiſtoriſchen Details nicht eingehen, und muß die Leſer vielmehr zunächſt an das Hauptwerk darüber Montücla (Joſeph de, des Franzöſiſchen, 1799 zu Paris verſtorbenen Akademikers): „Histoire des mathématiques“. 2. Aufl. Paris. 1799. 4. B. gr. 4., oder, wofern nur eine kürzere Ueberſicht verlangt wird, an unſern Poppe (Profeſſor zu Tübingen): „Geſchichte der Mathematik“. Tübingen. 1828. gr. 8. verweiſen.

Eben ſo wirklich ganz unermeßlich iſt der Umfang der „mathematiſchen“ Literatur, wie man ſchon aus der, wenigſtens doch bis in die erſten Decennien des laufenden Jahrhunderts reichenden „Auserleſene mathematiſche Bibliothek, oder alphabetiſches und wiſſenſchaftliches Verzeichniß (bloß) der beſten, alten und neuen, bis zum Jahre 1820 herausgekommenen Schriften“. Von Müller. Nürnberg. 1820. gr. 8. — hinreichend abnehmen kann. Lehrbücher der Mathematik bringe ich daher den Leſern aus jener großen Anzahl ſolcher Werke

durch meine Empfehlung auch gar nicht erst besonders auf: Jedermann wird doch wohl schon seine eigene Wahl getroffen haben; zu meiner Zeit ward der mathematische Unterricht in der Deutschen Sprache besonders nach Lorenz: „Grundriß der reinen und angewandten Mathematik". 2. Aufl. Helmstädt. 1798. gr. 8. (es gibt spätere Auflagen), in der Französischen aber nach Bézout: „Cours de Mathématiques". 2. Aufl. (man hat auch spätere Editionen). Paris. 1802. 5 B. 8. — ertheilt, für welche beiden Werke ich daher natürlich eine gewisse Vorliebe behalten habe. Dagegen erwähne ich namentlich nochmals das schon oft angeführte „Mathematisches Wörterbuch" (angefangen) von Klügel (fortgesetzt und beendet von Mollweide und Grunert). Lpzg. 1808. flgd. Sammt den Supplementen 7 B. gr. 8. — mit welcher Literar-Notiz ich diesen Artikel „Mathematik" beschließe.

Mauerquadrant, s. **Quadrant**, wo ich die nähere Einrichtung dieses, vom beweglichen Quadranten, nicht weiter wesentlich, sondern nur durch seine solidere Aufstellung mittelst der Befestigung an einer Mauer, daher der Name, unterschiedenen Instrumentes, in jenem Zusammenhange, besser erklären kann.

Mechanik, Mechanica; *Mécanique*. Diesen Namen führt, im umfassenderen Sinne genommen, die Lehre von der Bewegung, und von denjenigen Kräften, welche als die Ursache dieser Bewegung angesehen werden, überhaupt. Die Astronomie hat es dabei namentlich nur mit den Bewegungen der Himmelskörper und mit der Gravitation, als der, letztere Bewegungen reguliren-den Einen Grundkraft zu thun; und ich habe daher von dieser unserer astronomischen Kategorie der „Himmels"-Bewegungen auch unter dem specielleren Namen der „Himmelsmechanik, gleichwie von der dabei thätigen einzigen Kraft unter jener Aufschrift Gravitation handeln müssen, und verweise, in Rücksicht auf die hier genannte Wissenschaft der „Mechanik" lediglich auf jene beiden ausführlichen Artikel.

Meer; Mare; *Mer*. Die große Sammlung von Wasser, welche die Gesammtheit der niedrigen Stellen der Oberfläche (zunächst) des Planeten Erde (oder, sodann auch anderer Planeten) bedeckt* und in welche sich die Ströme ergießen: die bedeutendsten und tiefsten Theile dieser, wenn ich so sagen darf, „Niederungen" (die tiefsten Thäler der Rinde des Planeten Erde) bilden, rings um die festen Länder (Continente) her, ein durchaus zusammenhangendes Bassin, welches vom Weltmeer, Ocean (auch offne See; Oceanus; *Océan*), eingenommen wird, und dessen (planetarischer) Hauptcharakter also in jenem durchgängigen Zusammenhange (von welchem, als einer, mehreren Planeten zustehenden Eigenthümlichkeit, gleich weiter die Rede seyn wird), sollte derselbe hier und da auch nur durch Meerengen (Straßen; Freta; *Détroits*) vermittelt werden, besteht. Die Einzelbeschreibung der irdischen Meere, sowohl nach der Namen-Angabe als rücksichtlich der physischen Beschaffenheit, gehört in die specielle Geographie; hier habe ich es, von jener Beschränkung auf den Planeten Erde abgehend, nur mit der analogischen Ausdehnung der „Meeres"-Betrachtung auch auf die übrigen Weltkörper unseres Systems zu thun: dieß ist der von mir zu behauptende astronomische Standpunct für diese Betrachtung.

Nun zeigt aber vorzüglich der Nachbar-Planet Mars** (vergl. den kurz vorher gehenden Artikel, in welchem des

* Fast $^2/_3$ der Oberfläche der Erdkugel sind mit Meer bedeckt: wir haben den Inhalt derselben (vergl. Erde, S. 363.) = ... 9280000 □ Meilen gefunden, von welchen auf Land nur 2430000 — —, und auf Meer dagegen . . . 6850000 — — kommen. Vergl. d. gleich Folgende.

** Venus und Mercur eignen sich nicht zu diesen Beobachtungen: jene, wegen ihres zu blendenden Glanzes; dieser, wegen seiner steten, zu großen Nähe bei der Sonne, wodurch seine Beobachtung überhaupt erschwert wird.

so höchst merkwürdigen Umstandes auch schon Erwähnung geschehen ist) in diesem Bezuge die auffallendste Aehnlichkeit mit dem Planeten Erde. Mädler (unser wackrer Dorpater Astronom, in seinen: „Physische Betrachtungen des Mars bei seiner Opposition im Sptbr. 1830.", welche mir auszüglich vorliegen) hebt ganz besonders hervor, daß „die Lichtreflectirenden Theile („Meere") der Marsoberfläche nicht nur (vergl. d. Anmerk., wie bei uns) größer sind, sondern, ganz gleich den Oceanen der Erde, eben auch überall in einer ununterbrochenen Verbindung stehen". — Bei den, im citirten Artikel auch schon ausgezeichneten, übrigen vielen physischen Aehnlichkeiten des Mars mit der Erde, hatte dieser Umstand des Vorhandenseyns von „Mars-Meeren", wie gesagt schon die Analogie für sich; die Bestätigung vermittelst jener Beobachtungen ist aber noch von viel größerer Bedeutung, indem dadurch zugleich die Ueberzeugung vom Ausdehnungs- und Verbindungs-Verhältnisse der Mars-Oceane, nach Art der irdischen gewährt wird: mit Rücksicht auf die unendliche Wichtigkeit, welche ich solchen Nachweisungen für die planetarische Topographie beilege, und auf das Interesse, welches ich dafür auch bei den Lesern erregt zu haben hoffe, betrachte ich diese Bemerkung über die „Meere" des Mars als sehr erheblich, und empfehle dieselbe meinen Lesern.

Die dießfallsigen planetarischen Analogien sind aber mit diesem Einen Beispiele noch nicht erschöpft: meine Leser kennen vielmehr, aus dem betreffenden Artikel, die Gründe des Vorganges von Ebbe und Fluth in den irdischen Oceanen; und derselbe Beobachter Mädler weist einen ähnlichen solchen Vorgang auch in den „Meeren" des Saturn* nach. „Wir wissen", bemerkt Er („Beiträge zur physischen Kenntniß der himmlischen Körper im Sonnensystem". Weimar. 1841. gr. 4. m. Kpfrn. S. 88.) mit derjenigen bescheidenen Einschränkung, welche auch ich schon in der vorangehenden Note empfehle, „wir wissen zwar allerdings nichts Positives über die eigentliche Natur der Stoffe, welche die Oberflächen der anderen Weltkörper bilden, und es würde sogar widersprechend* seyn, apriorisch eine zu große allgemeine Aehnlichkeit derselben für die verschiedenen planetarischen Kugeln unseres Systems anzunehmen, und darauf uneingeschränkt Schlüsse fortzubauen; allein zur Erklärung des Phänomens, von welchem ich hier sprechen will, bedarf es auch einer solchen, wenigstens problematischen, großen Aehnlichkeit gar nicht. Es bleibe gänzlich dahin gestellt, ob die Flüssigkeit, von welcher wir annehmen, daß sie Flächen des Saturn (vergl. d. besondern Art.) bedeckt, und also Saturn-„Meere" ausmacht, nun auch gerade ein solches Wasser sey, wie wir es in den irdischen Meeren besitzen; genug, wenn diese Flüssigkeit nur einen verwandten Charakter hat, so

* Man wird diesen von mir uneingeschränkt gebrauchten Ausdruck, in seiner Bedeutung, freilich vielleicht etwas modificiren müssen: wenn ich von den „Meeren" des Mars, des Saturn, ganz im Sinne der irdischen spreche, so kann und will ich damit immer noch nicht sagen, daß auch die betreffende Flüssigkeit eben genau dem irdischen „Meereswasser" gleiche: es könnte eine davon etwas verschiedene solche Flüssigkeit, es könnte Mars-, es könnte (vergl. oben) Saturns-„Meereswasser" seyn, aber ohne darum aufzuhören, diejenigen übrigen ähnlichen Erscheinungen zu zeigen, welche ich im Texte schildere, und auf welche es hierbei lediglich ankömmt. — Diese Bemerkung zur Beruhigung astronomischer Rigoristen!

* In der That „widersprechend". Da die „Dichte" (vergl. d. vorangehenden Art. Masse) des Saturn geringer als die Dichte der Erde ist, so muß auch dem „Wasser" dieses Planeten eine geringere specifische Schwere als dem irdischen Wasser beigelegt werden. Mars dagegen, dessen Dichte (l. c.) sich von der Dichte des Planeten Erde wenig unterscheidet, mag auch ein weniger verschiedenes Wasser besitzen. — Gegen diese Schlüsse wird auch der strengste astronomische Rigorismus Nichts einzuwenden haben.

muß sie den Bewegungsgesetzen in ähnlicher Weise als das Wasser unserer Oceane unterworfen seyn, und also durch die Anziehungswirkung des Saturnringes, gleich den irdischen Meeren durch den Mond, auch eben so zu Fluth (und Ebbe) sollicitirt werden; und es wird dabei bloß der Unterschied eintreten, daß die, von jenem Ringe aus größerer Nähe* bewirkten Saturn-Fluthen eine Höhe von vielleicht so vielen Meilen, als unsere Fluthen von Fußen erreichen, und in den Gegenden, denen der Ring im Zenith steht, einen constanten Charakter haben". Ganz Dieß bestätigen aber die Beobachtungen: die oben angedeutete Erscheinung besteht in einem vollkommen constanten grauen Streifen, in der Ebene des Saturn-Aequators, und also (vergl. d. Anmerk.) gerade unter dem Ringe; dieser Streifen kann aber, nach Mädler's sorgfältigster Erwägung der Umstände, schlechterdings auf keine ungezwungenere Art, als eben durch eine solche, vermittelst der Ring-Anziehung bewirkte, gleich „constante", sehr „hohe" Fluth erklärt werden, womit also das Vorkommen von Fluthen und demnach das Vorhandenseyn von „Meeren" auch auf dem Saturn außer Zweifel gesetzt wird**.

Für Jupiters „Meere" endlich (in die ungeheure Entfernung des Uranus reichen natürlich Beobachtungen dieser Art nicht mehr) läßt sich ein gleich bestimmtes Indicium freilich nicht angeben, und ich habe solcher Meere in dem, diesen Planeten betreffenden besondern Artikel daher auch nicht erwähnen mögen; indeß führt Gruithuisen (unser phantasiereicher Münchener Astronom), in seiner für die Conjectural-Astronomie unschätzbaren „Naturgeschichte des gestirnten Himmels" (München. 1836. gr. 8.) eine Menge von Vermuthungen darüber an. Man darf demgemäß das Vorhandenseyn von „Meeren" auf den sämmtlichen übrigen Planeten unseres Systems mit der höchsten Wahrscheinlichkeit annehmen; auf diese Nachweisung über Meere kam es mir aber, wie gesagt, unter unserm astronomischen Gesichtspuncte, eben nur an, und ich schließe daher den Artikel hiermit*.

Meereslänge, s. **Länge zur See.**

Meile; Milliare; *Mille*. Das bekannte Langenmaß, dessen man sich (mit seinen Unter-Abtheilungen nach Toisen und Fußen) zunächst für die Geographie („Astronomie des Planeten Erde"), hiernächst aber, in weiterer Anwendung, auch für die (ganze) Astronomie, zur Bestimmung der Entfernungen bedient, und welches ich daher schon im allgemeinen Artikel Maß betrachtet habe, seiner großen Wichtigkeit wegen, hier aber noch etwas ausführlicher behan-

* Ich anticipire aus dem citirten Artikel die, zur Verständlichkeit, hier nothwendige Bemerkung, daß der, den Saturn frei umschwebende Ring in der (erweiterten) Ebene des Saturn-Aequators liegt, und daß seine innere Kante von der Oberfläche des Planeten nur etwann 6000 unserer Meilen absteht (wogegen der, unsere Fluthen bewirkende Erdmond erst aus der achtfachen Entfernung [etwann 50000 Meilen] wirkt).

** Der Artikel Saturn wird mich noch ausführlicher hierauf zurückleiten; indeß genügt meinen Lesern vielleicht ohnedieß schon die allgemeine Ansicht von planetarischer Analogie, um das Vorhandenseyn von wasserähnlichen Flüssigkeiten und also von „Meeren" und Fluthen, auch auf dem Saturn zuzugeben.

* Leser, welche eben Ihre Mondcharte verglichen, könnten mir noch bemerken, daß Sie auf derselben sehr viele Stellen mit „Mare" (z. B. „Mare Crisium", selbst „Mare Mediterraneum" u. s. w. u. s. w.) bezeichnet finden. Man hat mit diesem Namen gewisse Mondflecke belegt, „weil sie", wie sich schon Hevel, der fleißige, 1687 verstorbene Danzig'er Astronom und besonders Mondbeobachter, darüber ausdrückt, „mit Nichts besser verglichen werden können". Allein bei der unbezweifelbaren außerordentlichen Feinheit der Luft des Mondes, sind große (Mond-) Wasser-Ansammlungen, „Meere" auf diesem Gestirn nicht wohl anzunehmen; und wir werden vielmehr im Artikel Mond selbst näher sehen, daß die sogenannten „Mondmeere" in nichts weiter als in großen, gegen ihre hellere Umgebung vertieften Mond-Ebenen bestehen.

deln muß. Sogleich iſt zu bemerken, daß der Begriff der „Meile“, ohne weiteren Zuſatz, unbeſtimmt bleibt, indem die Meile ziemlich in allen Ländern einen andern Werth hat, und z. B. eine Engliſche, eine Italiäniſche, eine Spaniſche u. ſ. w. Meile, bekanntlich, an Länge überaus verſchieden ſind; hier handelt es ſich nur um die ſogenannte Deutſche* oder geographiſche Meile, deren (vergl. Maß) 15 auf 1 Grad, Eine auf 4 Minuten des Aequators des Erdkörpers gehen. Aber auch ſelbſt hinſichtlich dieſer letzteren Meile muß ferner wieder berückſichtiget werden, ob bei Beſtimmung ihrer Länge jener Erdkörper als eine vollkommne Kugel, oder aber als ein an den Polen abgeplattetes Sphäroid betrachtet wird. Unter letzterer, als der genaueren Vorausſetzung, findet ſich die (geographiſche) „Meile“ (vergl. Erde, S. 362.) = 3807,09 Toiſen, alſo, die Toiſe = 6 Pariſer Fuß = 22842,5 ſolche Pariſer-, oder (Pariſ. F.: Rheinl. = 14400 : 13918) = 23642,1 Rheinländiſche Fuß; wird dagegen, jener erſteren Hypotheſe gemäß, für den Erdkörper die Geſtalt einer vollkommnen (das Sphäroid demnach einſchließenden und alſo etwas größeren) Kugel angenommen, ſo ergibt ſich die entſprechende ſodann auch etwas größere) geographiſche Meile (l. c.) = 3811 Toiſen, alſo in Fußen 22869 Pariſer-, oder 23661 Rheinländiſche Fuß. Noch eine andere Berechnung legt der geographiſchen Meile die Länge von 3816,5 Toiſen bei; und ich erinnre meine Leſer, zur Erklärung dieſer Verſchiedenheit, aus dem Art. Gradmeſſungen, beſonders S. 675., an die Methode der Beſtimmung dieſer Größe. Es hat aber dazu nichts anderes als eben die Meſſung ſolcher einzelnen Grade des einen oder des andern Meridians des Erdkörpers benützt werden können: indem man die dieſergeſtalt z. B. in Toiſen gefundene Länge Eines Meridiangrades nachher mit (den) 360 (Graden des Ganz-Kreiſes) multiplicirte, hatte man, unter Vorausſetzung der vollkommnen Kreisgeſtalt, die Dimenſion des ganzen Meridians (in Toiſen), welchem Meridian man, unter der ferneren Vorausſetzung der vollkommnen Kugelgeſtalt der Erde, ſodann den Aequator gleich ſetzen, dieſen in ſeine (bekanntlich) 5400 „Meilen“ theilen, und deren Länge ſonach in Toiſen angeben konnte. Nun habe ich aber im citirten Artikel, und noch ausführlicher im Vortrage über Abplattung, gezeigt, daß die dieſergeſtalt gemeßnen, verſchiedenen Grade von einer etwas ungleichen Länge gefunden worden ſind, indem der Erdkörper (er werde nun als Kugel oder als Sphäroid betrachtet) keine (entſprechende) ganz regelmäßige Krümmung beſitzt; und es iſt alſo ganz offenbar, daß ſich auch für die daraus abgeleitete „Meilen“-Länge ein (etwas) anderes Reſultat hat ergeben müſſen, nachdem man bei der Berechnung die ermittelte Länge dieſes oder jenes Grades, oder aber ein arithmetiſches Mittel aus einigen oder mehreren ſolchen Graden, zu Grunde gelegt hat. Die obigen (kleinen) Verſchiedenheiten zwiſchen den Annahmen für die Länge (von resp. 3807, 3811, 3816 Toiſen) der geographiſchen Meile ſind alſo, wie ich zeigen wollte, die natürliche Folge der unregelmäßigen (weder genau kreislichen noch genau elliptiſchen) Krümmung des Erdkörpers und des daher rührenden, gleich unregelmäßigen Ergebniſſes der „Gradmeſſungen“.

Lediglich aus dergleichen Gradmeſſungen und dem danach beſtimmten ganzen Kreisumfange, von den angegebenen 5400 Meilen, hat man nachher aber auch gleich den Durchmeſſer des (als Kugel angenommenen) Erdkörpers in Meilen, und alſo zu $\left(\frac{5400}{3,141} =\right)$ 1719·*, und den Halbmeſſer zu $\left(\frac{1719}{2} =\right)$ 859½ Meilen berechnen können, wobei der nur ſo bezeichnete Begriff von „Meile“ ſelbſt, nach ſeiner ſchärfſten Größenbeſtimmung, aber freilich noch unbe-

* Weßhalb „Deutſche“ (wogegen ſich die Benennung „geographiſche“ von ſelbſt erklärt)? Die Antwort im Artikel Erde, S. 362.

* Für nachrechnende Leſer: 1719 . 3,141 = 5399,379.

stimmt bleibt, und nur ein zwischen den angegebenen Grenzen der 3807 und 3816 Toisen enthaltenes Maß des 5400. Theiles jedes größten Kreises der Erdkugel, namentlich des Aequators, ausdrückt.

Wenn meine Leser also die, mit Bezug auf „einen" Halbmesser des Erdkörpers (ohne genauere Angabe, auf welchen) ermittelte, d. h. demnach durch Beobachtung der Horizontal-Parallaxe (vergl. d. A.) gefundene (mittlere) Entfernung z. B. des Mondes von uns, in runder Zahl, zu 60 Erdhalbmesser oder 51570 „Meilen" angegeben finden; so heißt dieß eigentlich bloß: der Mond steht um 60 solche Halbmesser (60. 859½ = jenen 51570 Meilen) von der Erde ab, wobei, nur so lange letztere als eine vollkommne Kugel und demgemäß jeder Halbmesser als gleich groß, angesehen wird, auch die „Meile" den obigen 3811 Toisen gleich gedacht ist. Auf der sphäroidischen Erde dagegen hat man natürlich den Halbmesser, und dem zu Folge auch die Horizontal-Parallaxe, unter jeder Breite verschieden; und man müßte daher, um genau zu seyn, den bestimmten Halbmesser und die entsprechende Länge seiner „Meilen" in Toisen bezeichnen. Dieserhalb gibt man denn, zur Vermeidung der hieraus entspringenden Ungewißheit, die Größe der „Aequatoreal-Horizontal-Parallaxe", oder die entsprechende mit speciellem Bezug auf den Halbmesser des Aequators des Erdsphäroids, für welchen wir die genauere Größe seiner „Meile" vorn = 3807,09 Toisen gefunden haben, Statt findende Entfernung an, wodurch der Begriff „Meile" (und die darauf bezogene Entfernung) aufhört, etwas bloß Relatives (nur nahe Richtiges) zu seyn, und eine feste Werthbestimmung erhält*. — Bei der Aequatoreal-Parallaxe und den auf sie bezogenen Entfernungen der Gestirne (der Mittelpuncte dieser Gestirne) von der Erde (ihrem Mittelpuncte) sind also, um es nochmals zu wiederholen, solche geographische Meilen gemeint, deren der Halbmesser des Aequators 859,5 enthält, und deren Länge wir oben, mit Bezug auf die sphäroidische Gestalt des Erdkörpers,

= 3807,09 Toisen = 22842,5 Pariser- = 23642,1 Rheinländ. Fuß

gefunden haben**.

Mit andern als dieser geographischen Meile hat es die Astronomie, wie gesagt, nicht zu thun; ich empfehle denjenigen Lesern, welche sich darüber belehren und den Gegenstand überhaupt weiter verfolgen wollen, als es in meinem Werke, Plangemäß, geschehen kann, vielmehr schließlich Niemann's: „Vollständiges Handbuch der Maße". Quedlinburg. 1830. 8.

Mercators-Projection, s. d. A. **Landcharten**, in welchem ich, gegen den Schluß, die Theorie dieser Art von Entwerfung („Projection") der Landcharten mit parallelen Meridianen und wachsenden Breiten, wie sie der Niederländische Mathematiker Mercator (daher der Name) des 16. Jahrhunderts zuerst angegeben hat, sorgfältig entwickelt habe.

Mercur; Mercurius; *Mercure*. Der Name desjenigen Haupt-Planeten unseres Systems, welcher der Sonne am nächsten steht (dessen Bahn um diese letztere keine andere Planetenbahn einschließt, sondern vielmehr von ihnen allen, und namentlich also von der Erdbahn, umschlossen wird). Das astronomische Zeichen dieses Planeten ist ☿; seine Gr-

* Ob aber selbst dann nicht noch einige Bedenklichkeiten wegen der genauesten Länge der geographischen „Meile" übrig bleiben sollten, gebe ich dem eigenen Urtheile mehr oder weniger leicht befriedigter Leser anheim; mir scheinen die Schwierigkeiten dieser Bestimmung auf den Grund so verwickelter geodätischer Operationen wie Gradmessungen (vergl. wieder diesen A. S. 677.) sind überaus groß.

** Ich muß mich zur präciesten Bestimmung des Begriffes „Meile" in der Astronomie allerdings so erklären; bei der jedoch auch nicht haarscharf anzugebenden Entfernung der Gestirne, wird der Bezug auf die, aus der Hypothese der vollkommnen Kugelgestalt des Erdkörpers folgende Länge der „Meile" von der obigen 23661 Rheinl. Fuß auch keine große Irrung veranlassen

ſtalt, wie ich vorläufig auch gleich bemerke, nach Art aller übrigen Planeten, nahe kugelförmig:

Merkur zeigt ſich als ein kleiner Stern mit einem weißlichen und, aus jener ſeiner großen Nähe bei der Sonne leicht erklärlichen, blendend hellen Lichte, gegen welches ſelbſt der Glanz des Jupiters, wenn ſich beide Planeten (wie z. B. bei einer Beobachtung am 4ten Juli 1801) zugleich im Felde des Fernrohres befinden, bleich und ſchimmernd erſcheint. Aus demſelben Grunde des ſtets nur geringen Abſtandes dieſes Planeten von der Sonne, von welcher ſeine größte (öſtliche oder weſtliche) Elongation (vergl. d. A.) höchſtens auf 28½ Grad ſteigt*, wird er uns nur in den Dämmerungen, kurz vor Sonnen-Auf- oder kurz nach Sonnen-Untergange, der Sonne mit weſtlicher Elongation (rechts) vorangehend, oder ihr (links) mit öſtlicher Elongation folgend, ſichtbar. Verſinnlichen wir uns, um von dieſer ſeiner ganzen geocentriſchen Erſcheinung eine allgemeine Anſicht zu erhalten, den frei im Raume ſchwebenden Planeten in ſeiner alſo (zunächſt der Venusbahn) von der Erdbahn umſchloßnen Laufbahn um die Sonne, in welcher er ſich daher viel ſchneller als die Erde bewegt (in welcher ſeine Kugel raſch dahin ſchwebt), und denken wir uns ihn alſo mit der Differenz der resp. Geſchwindigkeiten von der Erde wegrückend, ſo, daß letztere demnach dabei unbeweglich bliebe; er ſtehe ferner, um damit anzufangen, jetzt in ſeiner obigen größten weſtlichen Elongation (rechts von der Sonne; gehe der aufgehenden Sonne bei der Tagesbewegung voran, zeige ſich in der Morgendämmerung): ſo ſetzt er nun ſeinen Bahnlauf in der (allgemeinen) Richtung nach Oſten (von der Rechten zur Linken) fort, und tritt (wie man ſich auch ohne Figur, welche ich, indem die Einbildungskraft doch noch beſſer zeichnet, gern vermeide) für uns hinter die Sonne (obere Conjunction), wo ſeine Entfernung von der Erde die größte iſt (wo er um die Summe [21000000 + 8000000 ° = 29000000 Meilen] des Halbmeſſers ſeiner- und der Erdbahn von uns abſteht), und wo er zugleich mit der Sonne culminirt; — von hier ab gelangt er, beim immer weiteren Fortrücken (nach links) in der Bahn, zur größten öſtlichen Elongation (zum weiteſten Abſtande links von der Sonne, welcher er alſo hier bei der Tagesbewegung folgt, ſo daß er, nach ihrem Untergange, in der Abenddämmerung ſichtbar wird), wonächſt er zwiſchen Sonne und Erde** (in die untere Conjunction) geräth (in welcher er uns am nächſten, von uns nur um die Differenz [21000000—8000000 = 13000000 Meilen] des Halbmeſſers ſeiner- und der Erdbahn entfernt iſt), und abermals zugleich mit der Sonne culminirt; und kehrt dann zur größten weſtlichen Elongation, als dem von uns gewählten Ausgangspuncte, zurück. — Während eines ſolchen (vergl. unten, ſynodiſchen) Umlaufes zeigt er uns dieſelben Phaſen wie der Mond: in der oberen Conjunction die ganze erleuchtete-, in der unteren die ganze dunkle Hälfte; als „Abend"- und „Morgen-Stern", wenn ich ſo ſagen

* Die bedeutende Excentricität (vergl. unten) der Mercursbahn veranlaßt, daß dieſe „größte Elongation" zwiſchen die weiten Grenzen des obigen Maximums von 28½° und ihres Minimums von nur 18° fällt.

° Vergl. wegen dieſer Angabe gleich nachher die Elemente der Mercursbahn. Aus der hier gefundenen größten Entfernung Mercurs von der Erde = . . 29000000 Meilen, und der unten nachgewieſenen kleinſten = . 13000000 —,

folgt übrigens die mittlere = . ½ . 42000000 —, = 21000000 Meilen; ich komme darauf zurück.

** Bei dieſem Durchgange zwiſchen Erde und Sonne, kann uns Mercur, welcher der Erde dann ſeine ganze dunkle Hälfte zukehrt, wenn ſeine „Breite" (vergl. d. Art.) eben gering genug dazu iſt, als ein ſchwarzes Körperchen (Scheibchen) auf der Sonne erſcheinen, worüber ſich das Weitere eben in „Durchgang", S. 230, findet.

dari, ein „erſtes“ und „letztes Viertel“.

Zieht man, bei dieſer Verfolgung des, ſeine Bahn um die Sonne ſolchergeſtalt im Raume beſchreibenden Mercur, in Gedanken, ſtets Geſichtslinien von der Erde zu ihm (wie er alſo als eine frei im Raume hangende Kugel dahin ſchwebt), und verlängert dieſelben ſodann bis nach der Innerfläche der eingebildeten Himmelsbohlkugel; ſo findet man gleich, daß dieſe Geſichtslinien den Planeten daſelbſt, in den beiden Elongationen, wo er gerade von der Erde weg, oder gerade auf ſie zugeht, als ſtationair, in der Hälfte der Bahn von der weſtlichen Elongation, durch die obere Conjunction, zur öſtlichen, als rechtläufig, in der anderen Hälfte aber als rückläufig (vergl. dieſe drei A. A.) bezeichnen; — und Dieß wären demnach die Erſcheinungen, welche Mercur bei der jedesmaligen Durchlaufung ſeiner Bahn, dem irdiſchen Beobachter zeigt, und welche wir zuerſt erörtern wollten.

Die Elemente (vergl. d. A.) dieſer Bahn hiernächſt ſind (ich führe die Tafeln, aus denen ich ſie entnommen habe, zu Schluſſe an) folgende:

1) Halbe große Axe (die halbe große Axe der Erdbahn = 1) = 0,3870938 = 8000000 Meilen.

2) Excentricität (die halbe große Axe der Mercursbahn* = 1) = 0,2056175 = 1645000 M., woraus alſo ſeine größte Entfernung von der Sonne = 9645000 M., und ſeine kleinſte (8000000 − 1645000) = 6355000 M. kömmt.

3) Sideriſche Umlaufszeit (Mercurs-Jahr) = 87,696928 = 87 Tagen 23 St. 15′ 46″, wovon ſich die tropiſche der 87 T. 23 St. 14′ 35″, wie man ſieht, nur um 1′ 11″ unterſcheidet, um welche letztere (nach Art des „tropiſchen“ gegen das „ſideriſche“ Erdenjahr) kürzer** iſt.

Die (ſchon oben, mit Verweiſung hierher, erwähnte) ſynodiſche*** Umlaufs-

* Wird, wie andere Aſtronomen thun, die halbe große Axe der Erdbahn (nahe 21000000 Meilen) zur Einheit genommen, ſo kommt dieſe Excentricität = 0,079600, indem 0,205617 × 8000000 (ſehr nahe) = 0,079600 × 21000000. — Ich mache noch auf die Größe dieſer Excentricität aufmerkſam: die Excentricität der Mercursbahn iſt (abgeſehen von den Planetoiden) die größte unſeres ganzen Syſtems.

** Wie kann es mit dieſen (1′ 11″ = etwann) 70 Secunden, um welche ich das tropiſche Mercur-Jahr kürzer als das ſideriſche angebe, eigentlich zugehen?

Der Frühlingspunct, von deſſen Wieder-Erreichung bekanntlich die Dauer des „tropiſchen“ Jahres (vergl. d. A. beſonders S. 808) abhängt, rückt dem (die Sonne umkreiſenden) Planeten in 1 Erdenjahre (365 Tagen) um 50 Bogen-Secunden, und alſo in den 88 Tagen des Mercur-Jahres um (365 : 50 = 88 : etwann) 12 ſolchen Secunden entgegen. Nun beträgt die tägliche Bewegung Mercurs $\left(\frac{360\text{ Grad}}{88\text{ Tage}} =\right)$ 4° 5′ 32″ = 14732″, und alſo die ſtündliche $\left(\frac{14732}{24} =\right)$ 614 Bogen-Secunden; und man hat demnach die Proportion 614 Bogen-Secunden : (1 Stunde, d. h.) 3600 Zeit-Secunden = 12 : 70, welche 70″ der obige Zeit-Unterſchied zwiſchen dem ſideriſchen und tropiſchen Jahre des Mercur ſind, eben weil dieſer Planet mit dem ihm während eines Umlaufes um 12 Bogen-Secunden entgegen gerückten Frühlingspunct um 70 Zeit-Secunden früher (als mit dem Fixſtern, von deſſen Erreichung dagegen das ſideriſche Jahr abhängt) wieder zuſammentrifft.

*** Man verſteht darunter bekanntlich die Rückkehr Mercurs zur obern (oder untern) Conjunction, wo er ſich alſo, abgeſehen von der „Neigung“ ſeiner Bahn gegen die Ebene der Ekliptik, mit Sonne und Erde wieder in Einer geraden Linie befindet. Zur Ermittlung der dazu erforderlichen Zeit hat man offenbar nur die Differenz der Bewegungen des Mercur und der Erde in ihren resp. Bahnen zu nehmen, und

zeit dieſes Planeten endlich aber beträgt 115 Tage 21 St.

4) Die Länge des Perihels (in der Bahn, in welcher man rückwärts vom aufſteigenden Knoten einen, dem Abſtande dieſes Knotens vom Frühlingspuncte in der Ekliptik gleichen Bogen der letzteren nimmt, und von jenem [dem weſtlichen] Endpuncte dieſes Bahnbogens an zählt) zu Anfange des laufenden Jahrhunderts° . . . . 74° 20′ 5″.

5) Die Epoche (vergl. d. A., nämlich die vom eben bezeichneten Puncte an gezählte Länge in der

jährlich nur um . . . 5″,81
zu; damit vereiniget ſich aber das auch jährlich 50.22

betragende Zurückgehen des Frühlingspunctes, auf welchen man, auseinandergeſetztermaßen, die Länge (ſo wohl in der Ekliptik als in der Bahn) bezieht, nach Weſten, daher jene Längenänderung, tropiſch gerechnet, alljährlich zuſammen . . . . . 56 Secunden
oder faſt 1 Minute beträgt. Nun iſt dieſe Länge oben für 1800 = . 74° 20′
angegeben, wogegen meine Leſer dieſelbe in Ihrem „Littrow", für 1810 = . 74° 30
und alſo . . . . . » 10′
größer finden, welche 10 Minuten auf 10 Jahre eben von jener tropiſchen Veränderung der 1 Minute auf 1 Jahr herrühren.

Aehnlich verhält es ſich ſodann auch mit der „Knotenlänge": die Knotenlinie (vergl. auch d. A.) bewegt ſich ſelbſt jährlich ſideriſch zwar ebenfalls nur um den geringen Betrag von . 8″,07,
wohl zu merken rückwärts (nach Weſten); in eben der Richtung macht aber der Frühlingspunct jährlich die nachgewieſenen . . 50,22.

daher die tropiſche Längen-Zunahme des Knotens alljährlich auf (die Differenz =) . . . . 42 Secunden
ſteigt. Die oben wieder für 1800 berechnete Länge dieſes (aufſteigen-

zu fragen, wann dieſe Differenz = 360° wird? ſtände Mercur z. B. heute gerade zwiſchen Sonne und Erde, und entfernte ſich von dieſer letzteren, als unbeweglich angenommenen, alſo mit der Differenz der beiderſeitigen Geſchwindigkeiten, ſo müßte er ihr, nach der ſolchergeſtalt ausgeführten Durchlaufung des Ganzkreiſes (360°) natürlich wieder gerade gegenüber ſeyn (er hat dann ſeinen „ſynodiſchen" Umlauf vollendet). Nun beträgt (ſ. oben) die mittlere tägliche Bewegung
Mercurs . . . . 4° 5′ 32″,
und die der Erde dagegen » 59 8,
die Differenz alſo . . 3° 6′ 24″; und man hat 3° 6′ 24″ : 1 Tag = 360° : (den obigen) 115 T. 21 St. Die weitere Anwendung hiervon in Conjunction, S. 203.

• Ich muß dieſe, auch auf die Excentricität u. ſ. w. bezügliche Zeitbeſtimmung hinzufügen, da die Elemente im Laufe langer Jahre einige (wenn auch nur kleine) Veränderungen erleiden, von denen zwar, mit Verweiſung wegen ihres Grundes auf den Art. Perturbationen, ſchon öfter die Rede geweſen iſt, in Bezug auf welche ich indeß doch gleich hier noch eine Erläuterung hinzufügen will.

Die obige „Länge des Perihels" zuerſt nämlich nimmt zwar ſideriſch, durch das Fortrücken der Apſidenlinie ſelbſt (vergl. d. A.) nach Oſten,

Bahn, welche der, zu einer bestimmten Zeit von der Sonnen-Nähe ausgegangene Planet mit mittlerer Bewegung erreicht haben würde) am mittleren Pariser Mittage des 1ten Januars 1800 . . . . . 112° 16′ 4″.

6) Die Länge des (eben auch erwähnten) aufsteigenden Knotens (in der Ekliptik sowohl als, aus dem unter 4. angegebenen Grunde, auch in der Bahn) für den nämlichen Zeitpunct . . . 45° 57′ 9″.

7) Die Neigung der Bahn dieses Planeten gegen die Ekliptik (eben so) . . . 7° 0′ 6″;

welche 7 Elemente sich auf die, in diesem Artikel nur angegebenen sechs reduciren, wenn man die, unter 1 und 3 separat aufgeführte halbe große Axe und Umlaufszeit, als auseinander folgend, auch nur für Ein Element rechnet.

Außerdem findet sich die „größte Mittelpuncts-Gleichung", und zwar zu 23° 40′ 43″ angesetzt. Ich habe von diesem Gegenstande ausführlich in Gleichung der Bahn, S. 642. gehandelt, und bemerke hier, zur Abrundung des bestimmten Vortrages, nur, daß man darunter den größten Unterschied zwischen mittlerer und wahrer Anomalie: die größte Ortsverschiedenheit versteht, welche zwischen einem postulirten „mittleren" und dem wahren Planeten, bei Durchlaufung der Bahn von einem nämlichen Puncte (z. B. der Sonnennähe) an, in Gemäßheit ihrer resp. Geschwindigkeiten, erwachsen kann.

Die Masse des Merkur endlich, als ein ebenfalls auf seine Weltenstellung (seinen Systems-Einfluß) bezügliches Datum, anlangend, so findet unser Berliner Astronom Encke* dieselbe, aus den Störungen, welche dieser Planet auf den, 1838 in seine Nähe gekommenen Pons'schen Kometen ausgeübt hat, ziemlich abweichend von den früheren, auch noch von mir im Art. Masse admittirten Angaben, nur = $^1/_{4865751}$ der Sonnenmasse (= 1), welches also sagen will, daß man, wenn der Sonnenkörper in der einen Schale einer Wage läge, um ihn aufzuwägen, in die andere Schale gegen 5 Millionen Merkurskugeln legen müßte.

Dieß führt mich sogleich auf die Dimensionen dieses Planeten. Der scheinbare Durchmesser der (uns daher als Scheibe erscheinenden) Merkurskugel (vergl. unten) beträgt in der, oben zu 21000000 Meilen nachgewiesenen mittleren Entfernung dieses Planeten von der Erde 6″,7, woraus sein wahrer Durchmesser nahe = 600** geographische Meilen (etwas über $^1/_3$ des Durchmessers der Erdkugel von 1719 Meilen) folgt***. Der Umfang sei-

den) Knotens war 45° 57′;
für 1810 (also 10 Jahr später) steht sie bei „Littrow" . 46° 4′,

Unterschied . . . „ 7 Minuten = 420 (= 10. den 42) Secunden, wie ich darthun wollte.

Ich rechne auf den Dank meiner Leser für diese sorgfältige numerische Auseinandersetzung, welche Sie nicht leicht an einem andern Orte so übersichtlich antreffen, und durch welche der scheinbare Widerspruch zwischen meinen und Littrow's Angaben doch am schnellsten völlig aufgeklärt wird.

* Schumacher's „Astron. Nachr." Nr. 488.

** Mädler (unser trefflicher Dorpater Beobachter: „Beitrage zur Kenntniß der Himmelskörper unseres Systems". Weimar. 1841. gr. 4. S. 145.) findet nach den sorgfältigsten Vergleichungen, 583 Meilen; Bessel (der Königsberger Astronom) gibt, wie ich in meinen Collectaneen finde, 671 Meilen an; unsere obige Bestimmung fällt also ziemlich in die Mitte.

*** Wie so? Mercur's Durchmesser erscheint aus der Entfernung der 21000000 Meilen, also etwas über 6″ groß; aus der (bekanntlich) gleich großen Entfernung (nämlich in der Sonne) erscheint der Durchmesser (= 1719 Meilen) der Erdkugel = 18″ (Horizontal-

nes Aequators ist daher (600.3,141 =) . . . . . 1880 Meilen, und seine Oberfläche (worauf ich mich mit Bezug auf die Anmerk., hier beschränke) hält (1880. 600 =)° . . 1128000 □ Meilen, etwann ($^1/_3{}^2$ =) $^1/_9$ der (vergl. Erde, S. 362. zu 9 Millionen solcher Meilen angegebenen) Erdoberfläche, so daß sich also auf dem Merkur auch nur etwann $^1/_9$ soviel Raum als auf unserem Planeten Erde findet. — Was die Dichtigkeit dieses Planeten (die specifische Schwere der verschiedenen Materien, aus welchen er besteht) anbetrifft, so hat (vergl. d. A. Masse) wieder unser Encke l. c. dargethan, daß die vier Weltkörper: Mercur, Venus, Erde und Mars (die erste Gruppe unseres Systems) ziemlich gleiche Dichtigkeit besitzen, demgemäß auch eine gewisse Aehnlichkeit zwischen den dieses Gestirn und den Erdkörper bildenden Stoffen präsumirt werden kann.

Eine andere Aehnlichkeit zwischen diesen vier Planeten besteht in der nahen Uebereinstimmung der Dauer ihrer resp. Rotation: Mercur drehet sich (vergl. die voraufgehende Anmerk.) in derselben Zeit wie unsere Erde (und also sehr nahe wie auch Venus und Mars) um seine Are; ein Mercurstag* dauert, gleich dem Erdentage, 24 (unserer) Stunden. Harding, der uns schon bekannte, als Professor zu Göttingen verstorbene, Entdecker der Juno (vergl. d. A.), und der oft citirte Lilienthaler Astronom Schröter haben diese Rotationsdauer aus Beobachtung der Rückkehr von Flecken auf der Mercursscheibe zu einer nämlichen Stellung (gegen das Fernrohr), nach einer Methode gefolgert, von welcher ich im kurz vorhergehenden Art. Mars eine genauere Auseinandersetzung beigebracht habe; — und die, durch die angeführten vielen andern Beziehungen gebildete stärkste Analogie vereiniget sich mit diesem Beobachtungsresultate, um die Richtigkeit der Angaben höchst wahrscheinlich zu machen.

Die nämliche Analogie erklärt sich für die Zuverläßigkeit auch noch einer andern Beobachtung derselben Astronomen, nämlich einer Neigung der Ebene des Aequators Mercurs gegen die Ebene seiner Bahn um die Sonne von etwann 20°, also ziemlich unserer „Schiefe der Ekliptik“ (von bekanntlich $23^1/_2{}^\circ$) gleich: auch die Mercur-Jahreszeiten wären also denen der Erde ähnlich,

Parallaxe der Sonne nahe = 9 = $\frac{18}{2}$). Nun verhalten sich, bei Beziehung auf eine solche gleiche Entfernung, die scheinbaren, offenbar wie die wahren Durchmesser, daher 18'' : 6'',7 = 1719 : 600 (etwann das obige $^1/_3$); ich bevorworte, daß ich mich, mit meinen (vergl. jedoch Mädler's und Bessel's voraufgehende Bestimmungen) Vorgängern bei dieser Berechnung, auf runde Zahlen beschränke.

Wäre die Horizontal-Parallaxe (p) des Mercur selbst, für diese mittlere Entfernung, gegeben, so hätte man (siehe Größe der Himmelskörper, S. 724.) auch gehabt 2p : 6'',7 = 1719 : Durchmesser dieses Planeten; die Leser können sich dieselbe aus der entsprechenden Entfernung der 21 Millionen Meilen leicht suchen, und mir damit nachrechnen.

Ich behandle den Mercur bei dieser Berechnung, wie man sieht, als eine vollkommne Kugel. In der That hat Mädler l. c. durch Beobachtung, eine „Abplattung“ dieses Planeten nicht ermitteln können, wiewohl (vergl. diesen Art. Abplattung) die Theorie eine solche, wenn auch nur geringe, verbürgt. Die Rotation des Mercur, von welcher gleich die Rede seyn wird, bedingt den Schwung und also die Aufhöhung der äquatorealen Zone und damit die Abplattung unter den Polen; da aber Mercur nicht schneller als die Erdkugel rotirt, und doch nur ($^1/_3{}^3$ =) $^1/_{27}$ ihres Volumens hält: so kann der „Schwung“ nicht stark seyn.

* Von dem, wegen der schnellen Bahnbewegung Mercurs über $^1/_4$ Stunde betragenden Unterschiede zwischen Sonnen- und Sterntage auf diesem Planeten ist dabei abgesehen.

nur daß jede derselben, statt, wie bei uns, 3 Monate, durchschnittlich nur $\left(\frac{88}{4} =\right)$ 22 Tage (soviel Wochen als bei uns Monate) dauert.

Ferner nahm Schröter sehr hohe Berge auf diesem Planeten wahr, welche ganze große Züge bilden; — und die meisten und höchsten dieser Gebirge finden sich, gleichwie nicht nur auf der Erde, sondern auch auf denjenigen andern Planeten, wohin dergleichen Beobachtungen reichen, namentlich auf der Venus (vergl. d. A.), in der südlichen Hemisphäre *.

Auch an einer Atmosphäre Mercurs, wenn sich nicht wieder schon die Analogie hinreichend dafür erklärte, ist nach den wirklichen Beobachtungen Schröter's gar nicht zu zweifeln, da Er, obwohl nur selten, wolkenartige Verdunklungen auf der Oberfläche dieses Planeten bemerkte, welche auf keine andere genügende Weise erklärt werden können. Damit vereiniget sich die Wahrnehmung, daß die Lichtgrenze der Mercurs-Phasen nicht ganz scharf abgeschnitten erscheint: diese „Lichtgrenze" (der Erleuchtungsgrenzkreis, vergl. d. besondern Art.) trennt nämlich die Tag- von der Nacht-Halbkugel Mercurs; und da die Sonne also immer eben diesen Grenzkreis verläßt, so werden sich auch an ihm sogleich solche Dünste der Mercurs-Atmosphäre zeigen, welche besonders in der letzteren Halbkugel entstehen, und, mit dem Lichte streitend, die genaueste Schärfe der Lichtgrenze beeinträchtigen.

Die Geringfügigkeit dieser Indicien selbst läßt aber weiter auf eine besondere Feinheit der Mercurs-Atmosphäre schließen; und die Conjectural-Astronomie bezieht diesen Umstand darauf, daß Mercur der Sonne so nahe ist, und vor der Gewalt ihrer Strahlen durch eine „feine" Luft, in welcher sich dieselben weniger brechen, geschützt werden mußte. „Die angeführten hohen Berge mit ihren langen Schatten, und der ebenfalls erklärte schnelle Wechsel der Mercur-Jahreszeiten werden sich, wie namentlich Littrow (der verewigte Wiener Astronom, an mehreren Stellen seiner Schriften) bemerkt, „mit jenem Umstande zur Erreichung des beabsichtigten Zweckes vereinigen"; — und man darf, wofern dieß nicht schon a priori angenommen werden müßte, also auf den bloßen Grund aller dieser Analogien, mit Sicherheit behaupten, daß die Vorsehung auch für das Leben auf diesem Planeten keinerlei nothwendige Rücksicht vernachläßiget habe.

Lesern, welche einen Genuß in der, für den Plan meines Werkes nicht mehr zuläßigen, weiteren Ausführung dieser Andeutungen der Conjectural-Astronomie über das Leben auf dem „Mercur" suchen, weiß ich keinen beßren Führer als unsern Gruithuisen (den Münchener Astronomen): „Naturgeschichte des gestirnten Himmels". München. 1836. 8. S. 101. flgd. zu empfehlen. Die oben erwähnten Lilienthaler Beobachtungen über diesen Planeten finden sich vereiniget in „Hermographische Fragmente zur näheren Kenntniß des Planeten Mercur." Von Schröter. Göttingen. 1816. 8. — und Mädlers Werk ist schon im Laufe des Vortrages nahmhaft gemacht. Die Eingangs erwähnten Tafeln aber, aus welchen ich die Elemente entlehnt habe, sind von v. Lindenau (jetzigem Sächsischen Staatsminister, früher Director der Sternwarte Seeberg bei Gotha): „Investigatio nova orbitae a Mercurio circa solem descriptae". Gotha. 1813. Neuere Tafeln Mercurs finde ich angezeigt von Leverrier (sind mir noch nicht zugekommen); — und mit dieser Notiz beschließe ich denn den diesem Planeten gewidmeten Artikel.

Meridian, s. **Mittagskreis** (indem letzterem Ausdrucke bei früheren Verweisungen der Vorzug gegeben worden ist).

* Ich habe diese merkwürdige Analogie, welche auch für die Richtigkeit der Schröter'schen Beobachtung spricht, im Art. Erde, S. 368. besonders hervorgehoben, und dort darauf aufmerksam gemacht, daß es mehrere solche durchgängige Verschiedenheiten zwischen Süd und Nord gibt, welche auf die Vermuthung führen, daß dieser Gegensatz nicht bloß ein mathematischer sey, sondern sich auch auf physische Verhältnisse beziehen dürfte; — meine Leser mögen diese interessante Andeutung selbst weiter verfolgen.

Meridiandifferenz (man sagt nicht gern „Mittagskreis"-Differenz); Differentia meridianorum; *Différence des méridiens.* Der allgemeinste Begriff des Gegenstandes ist eigentlich schon im Ausdrucke selbst enthalten: Orte, namentlich Orte der Erdkugel (denn man könnte die Betrachtung auch auf andere Meridiane ausdehnen), welche in (unter) Einerlei Meridiane (Mittagskreise) liegen, haben auch Einerlei Länge (geographische, vergl. d. A.); in verschiedenen Meridianen dagegen sind natürlich auch die „Längen" verschieden, daher diese Längen-Differenz durch die „Meridian-Differenz", d. i. durch den Unterschied der Zeit bestimmt wird.

Die Sonne, mit ihrer scheinbaren, hier als gleichförmig anzunehmenden Tagesbewegung, umläuft nämlich, alle 24 Stunden, die ganze Erdkugel mit ihren sämmtlichen Meridianen, im Aequator oder in einem seiner Parallelkreise und in der Richtung von Morgen gegen Abend (Osten gegen Westen, von der Linken zur Rechten), und beschreibt demgemäß in diesen 24 Stunden auch die sämmtlichen 360° des Kreises, oder in 1 Stunde ($^{60}/_{24}$ =) 15°, in 4 (Zeit-) Minuten ($^{1}/_{15}$ Stunde) 1° u. s. w.; und wenn also zwei Meridiane auf der Erdkugel z. B. um jene 15° auseinander liegen, so erreicht die Sonne den östlicheren dieser beiden Meridiane 1 (Sonnen-) Stunde früher als den westlicheren: die Sonnen-Uhr zeigt unter diesem letzteren erst 11 Uhr Vormittags, wenn unter jenem ersteren schon Mittag (12 Uhr) ist; der Differenz dieser beiden Meridiane von 15° Länge entspricht eine Zeitdifferenz von 1 (Sonnen-) Stunde. — Dieß ist die nähere Erklärung von „Meridian-Differenz"; jetzt zur Darstellung der aus dem angedeuteten, dabei obwaltenden Sachverhältnisse herrührenden Folgen.

Wenn danach an irgend einem Tage, z. B. an einem 1ten Januar, in einem gewissen Meridian (sagen wir, in dessen oberer Hälfte) eben Mittag (12 Uhr), und also in dem 15 (Längen-) Grade weiter westlich gelegenen Meridian erst 11 Uhr Vormittags ist; so zählt offenbar der noch 15° weiter, d. h. 30° westlicher gelegene Meridian, im nämlichen physischen Augenblicke, nur 10 Uhr Vormittags; — und es fragt sich: welche Stunde wird es zugleich an jedem andern Puncte der Erdoberfläche seyn?

Fährt man so fort, so findet man offenbar 90° westlicher vom Ausgangs-Meridiane (wo Mittag war) 6 Uhr Morgens: die Sonne erreicht diesen späteren Meridian, vom ersteren ab, erst nach ($^{90}/_{15}$ =) 6 Stunden; wieder 90° westlicher (d. i. in der unteren Hälfte des Ausgangs-Meridians) ist eben (90 + 90 = 180°) Mitternacht; und nach 90° westlicher (in 270° westlichem = 90° östlichem Abstande vom Ausgangs-Meridiane) ist 6 Uhr Abends des nämlichen Tages (1ten Januars, welcher, nach unserer Art zu rechnen, von Mitternacht, in der untern Meridianhälfte angefangen und, wie gesagt, seinen Mittag, 12 Stunden nachher, in der oberen Hälfte gehabt hat, während, zugleich 90° westlich von dieser letzteren 6 Uhr Morgens, und 90° östlich, 6 Uhr Abends gezählt wurde). Man sieht also zunächst, daß am selbigen 1ten Januar (an Einem und dem nämlichen Tage) alle vier Tageszeiten: Mittag (wieder damit anzufangen), Morgen, Mitternacht und Abend, und zwar im nämlichen (physischen) Moment, auf der Erdkugel vorhanden sind; um aber sodann auch die Zwischenstunden zu haben, muß man, der „Meridiandifferenz" gemäß, von Mittag (vom Meridian, in dem eben Mittag ist) westlich bis Mitternacht rückwärts durch 11, 10 Vormittags u. s. w., östlich dagegen durch 1, 2 Nachmittags bis 12 vorwärts zählen: zufolge der, oben bezeichneten Richtung des Sonnenlaufes hat ein 15° rechts vom Mitternachtsmeridian belegener Meridian also eben 1 Uhr Morgens, und der 15° links kommende zugleich 11 Uhr Abends: die an den vorangegangenen Mittagen dieser beiden Meridiane nach der Sonne daselbst gestellten Uhren zeigen dann resp. die angegebenen beiden Stunden.

Denken wir uns jetzt ferner einen Reisenden: einen Seefahrer, welcher zur angegebenen Zeit vom obigen Mittags-

Meridian in stets westlicher Richtung abgesegelt sey, und seine, auch mit einem Datumzeiger versehene Uhr richtig nach dortiger (Sonnen-) Zeit, also auf 12 Mittags des 1ten Januar gestellt habe; und nehmen wir an, er segele so schnell, als die Sonne bei der Tagesbewegung läuft*: so kommt er also nach 1 Stunde zugleich mit ihr in einem 15° westlicher belegenen Meridian an: dort bringt sie also erst den Mittag (12 Uhr); seine Uhr zeigt aber schon 1 Uhr Nachmittag (als soviel es auch wirklich im Abgangs-Meridian, dem Sonnenstande, der „Meridian-Differenz" gemäß, dann bereits ist), und er muß sie also, zur Uebereinstimmung mit der Zeit dieses erreichten Meridians, schon um 1 Stunde-, nach abermals 15° wieder um 1 Stunde-, und solchergestalt, bei Durchsegelung der ganzen 360° (bei Umsegelung der ganzen Erdkugel in steter westlicher Richtung) allmälig um ($\frac{360°}{15}$ =) 24 Stunden (um 1 vollen Tag) zurückstellen; und findet sie demgemäß, bei der Wiederankunft im Ausgangs-Meridian, wo es unterdeß (während der 24 Stunden) natürlich schon 2ter Januar geworden ist, gegen dortige Zeit, um den, auf solche Art eingebüßten Einen Tag zurück: auf dem Schiffe zählt man nach Umsegelung der ganzen Erdkugel in stets westlicher Richtung, im Datum 1 weniger als am Ausgangsorte**. — Ich brauche wohl kaum hinzuzufügen, daß, wenn die Fahrt dagegen in stets östlicher Richtung Statt gehabt hätte, umgekehrt 1 Tag mehr gefunden werden würde.

Von den mehreren praktischen Methoden der Ausmittlung dieser „Meridian-Differenz" (dem Längen- oder, was nach dem Vorgetragenen also das Nämliche sagen will, dem Zeit-Unterschiede) zwischen zwei Puncten der Erdoberfläche habe ich in den Artikeln Länge, geographische, und (mit noch bestimmterer Hervorhebung der ganzen Wichtigkeit dieses Problems) Länge zur See, erschöpfend gehandelt; es kam dabei offenbar nur auf Bezeichnung eines nämlichen physischen Moments für die beiden Puncte an. Wird z. B. die Verfinsterung eines Jupitersmondes, welche man natürlich überall, wo sie sichtbar ist, in einem solchen nämlichen Momente wahrnimmt, an dem einen Orte gesehen, indem man unter dem dortigen Meridian (nach dortiger Zeit) 8 Uhr Abends zählt, und ist es dagegen an dem andern Orte eben (also zugleich, aber in Zeit dieses Meridians) erst 7 Uhr Abends; so liegt letzterer Punct in Länge 15 Grad, in Zeit 1 Stunde, und zwar westlich vom ersteren: die „Meridian-Differenz" dieser beiden Puncte der Erdoberfläche ist = 15° = 1 Stunde. — Dieß wird schließlich zur plangemä-

* Meine Leser könnten mir hier einwenden, daß Dieß, der Natur der Sache gemäß, doch unmöglich sey, und daß die Betrachtung daher als eine bloße müßige Speculation erscheine; allein ich zeige in der folgenden Anmerkung, welche ich daher alsbald zu vergleichen bitte, wie sich das Verhältniß auch in der Wirklichkeit gestaltet, und daß der Erfolg danach keineswegs von der Schnelligkeit des Schiffes, welche ich nur zur Erleichterung der Vorstellung postulirt habe, sondern vielmehr von der steten Verfolgung der westlichen (oder östlichen) Richtung abhängig ist.

** Diese Erfahrung, deren Grund ich meinen Lesern hiermit erklärt habe, machten die, mit demselben noch unbekannten ersten Weltumsegler zu ihrer großen Ueberraschung. Als Magellan's Schiff nach einer von Sevilla aus, wie oben, immer westwärts ausgeführten, mehrjährigen ganzen Erdumsegelung, am 7ten September 1522 wieder in San-Lucar einlief, zählte man an Bord wirklich erst den 6ten September. Die mehrere, binnen der Reise verstrichene Zeit thut dabei Nichts: der Reisende büßt, indem er seine Uhr stets nach der Zeit der erreichten Meridiane regulirt, die vollen 24 Stunden darum nicht weniger, wenn auch langsamer, ein; — die Darstellung im Texte habe ich, wie gesagt, nur zur Erleichterung der Einsicht von der Sache gewählt.

ſen Abrundung des vorliegenden Artikels in ſich ſelbſt genügen.

Meridiankreis, Ganzer Kreis (nicht „Mittagskreis", welches bloß für Meridian ſteht); Instrumentum transitus; *Lunette méridienne**. Ein, aus einem ganzen Kreiſe und einem, damit verbundenen, in der Ebene des Meridians beweglichen Fernrohre beſtehendes, zur gleichzeitigen Ermittlung des Culminationsmoments und der genaueſten Mittagshöhe der Sterne dienendes Inſtrument, und zwar (vergl. Inſtrumente, S. 817.) wohl das vorzüglichſte der neueren beobachtenden Aſtronomie.

Die Aſtronomie beſtimmt, wie wir wiſſen, den Ort eines Geſtirns an der Innerfläche der ſcheinbaren Himmelshohlkugel (in ähnlicher Art, wie die Geographie die Lage der Orte auf der Erdkugel, durch geographiſche Länge und Breite) durch ſeine gerade Aufſteigung und ſeine Abweichung (vergl. beide A. A.): die „gerade Aufſteigung" ergibt ſich aus der Zeit des Meridian-Durchganges, und die „Abweichung" aus der Höhe (der Mittagshöhe, ſ. auch d. A.) oder der entſprechenden Zenithdiſtanz, in welcher dieſer Durchgang erfolgt; und die Abſicht des „Meridiankreiſes" geht, angedeutetermaßen, nun eben dahin, dieſe beiden Daten gleichzeitig auf das allerſchärfſte zu ermitteln.

Man denke ſich zunächſt bloß ein Fernrohr, welches ſich (vergl. d. Anmerk.) um eine (oder mit einer), nach beliebiger Art, perpendicular auf der Mittagsfläche (ſ. auch d. A.) angebrachte Axe („Drehungs- oder Rotations-Axe, auf welcher es demnach ſeinerſeits perpendicular ſeyn muß) dergeſtalt drehen läßt, daß es dieſe ganze Mittagsfläche durchläuft, und alſo die Beobachtung ſämmtlicher, zu Geſicht kommenden Geſtirne im Augenblicke der Culmination (im Augenblicke des Durchganges — ihrer Mittelpuncte — durch den Meridian) geſtattet; ſo hat man noch erſt ein „Mittagsfernrohr", ein „Paſſagen-Inſtrument", von deſſen einfachſter Conſtruction ich ausgehen muß. — Mit dieſem, bloß ſo eingerichteten Inſtrumente könnte man demgemäß offenbar den einen der beiden obigen Zwecke: die Beſtimmung der „geraden Aufſteigung" (wie ſie aus der Zeit des Meridian-Durchganges folgt) erreichen.

Man läßt jene Drehungsaxe auch wohl durch das Centrum eines, in ſeine Grade eingetheilten (etwann nur Viertel-) Kreiſes gehen, an welchem das Fernrohr zu derjenigen ohngefähren Höhe aufgerichtet werden kann, in der man den Durchgang des Geſtirns erwartet, wobei man jedoch immer nur noch erſt bezweckt, dieß Geſtirn bequemer bloß in das Feld des Fernrohres zu bekommen, keinesweges aber ſchon ſeine Mittagshöhe zugleich mit dem Culminations-Momente haarſcharf zu ermitteln.

Dieſe letzte Forderung wird ſich, wie

* „Instrumentum transitus (Tubus meridianus) ſteht eigentlich für Paſſagen-Inſtrument (Mittags-Fernrohr), und „Lunette méridienne" wird auch gleichbedeutend mit „Instrument des passages" gebraucht; indeß macht man doch einen großen Unterſchied zwiſchen dem (deßwegen auch in einem beſondern Art. behandelten) „Paſſagen-Inſtrumente", und dem obigen „Meridiankreiſe". Von dem bloßen Paſſagen-Inſtrumente fordert man nämlich nicht, daß es, auſſer dem Culminationsmomente, auch noch die genaueſte Höhe des Geſtirns im Mittage bezeichne; dieſe doppelte Angabe iſt vielmehr, wie wir nun im Texte eben ſehen werden, Sache des „Meridiankreiſes." Derſelbe unterſcheidet ſich, auf welchen Umſtand ich ebenfalls gleich anticipirend aufmerkſam machen muß, auch von dem ſonſt zu Höhenmeſſungen angewendeten Quadranten, bei welchem ſich das Fernrohr mit ſeiner Alhidade um den (feſten) Limbus bewegt und die Zahl der Grade darauf abſchneidet, dadurch, daß ſich ſein getheilter Kreis vielmehr zugleich mit dem Fernrohre drehet, alſo auch mit beweglich iſt, und die Höhen nur durch die Veränderungen ſeiner Stellung gegen einen zweiten, feſten, ſelbſt nicht weiter getheilten, ſondern bloß mit Verniers verſehenen, hier die Alhidade vertretenden Kreis bezeichnet.

man nun einsieht, mit einem solchen Instrumente vielmehr zugleich nur erst dann erfüllen lassen, wenn man dem Kreise, mittelst dessen also die Höhenmessung erfolgen soll, auch eine solche gehörige Größe und fernere Einrichtung gibt, daß seine Theilung in möglichst kleine Theile ausführbar ist; — und Dieß ist nun die genauere Bedeutung des „Meridiankreises" (als Ausdehnung des „Passage-Instruments"), wie ich dieselbe Eingangs in der Definition angedeutet habe. Von diesem vortrefflichen Instrumente, und zwar in derjenigen Art, nach welcher es jetzt in Deutschland*, Reichenbach's (des uns schon bekannten, mit Frauenhofer zur Betreibung des optischen Instituts zu München verbunden gewesenen, 1826 verstorbenen Baierschen Oberst-Bergrathes) Anleitung gemäß, verfertiget zu werden pflegt, will ich mich jetzt bemühen, eine Beschreibung zu machen.

In der, diesen Meridiankreis abbildenden Figur 1 der Tafel IV.** stellen P und Q zwei (gemauerte) sehr solide Pfeiler vor, in welchen die horizontale (Rotations-) Drehungs-Axe A B, sammt dem auf ihrer Mitte perpendicularen, mit ihr fest verbundenen und also auch nur mit ihr zugleich drehbaren Fernrohre C D ruht (eine Einrichtung, welche, bis hierher, auch dem vervollkommneten „Passagen-Instrument" gegeben zu werden pflegt). Die beiden cylindrischen Enden A und B dieser Rotationsaxe sind mit ihren Pfeilern durch Metallstücke in Verbindung, deren jedes aus zwei starken Platten besteht: die erste, ihrem respectiven Pfeiler nächste jeder dieser beiden Platten ist unmittelbar an demselben fest; die beiden anderen, welche die eigentlichen Lager tragen, auf denen die Enden der Rotationsaxe aufliegen, lassen sich an den ersteren Platten durch Schrauben bewegen, und zwar die eine auf und nieder, um dadurch die Rotationsaxe (mittels einer Libelle) genau horizontal zu stellen, und die andern im Horizonte vor- und rückwärts, wodurch die Axe also (vergl. vorn) perpendicular auf die Ebene des Meridians und das (seinerseits auf dieser Axe perpendiculare) Fernrohr somit zugleich in diese Ebene gebracht werden kann.

An dem einen Ende (A) der Rotationsaxe befinden sich die beiden, zu derselben senkrechten, concentrischen und zugleich in der nämlichen, dem Meridian parallelen Ebene, also in einander liegenden Kreise m n; die Peripherien dieser beiden Kreise sind sich, aus Gründen, welche ich unten genauer entwickeln werde, so nahe, daß sie sich beinahe berühren, und daß ein unbewaffnetes Auge nur mit Mühe den sie trennenden Zwischenraum erkennt. Der größere (zur feinsten Theilung hinreichend große, äußere) beider Kreise ist an seinem, mit Silber eingelegten Limbus (vergl. wieder vorn) auf das schärfste in Grade und Minuten eingetheilt: dieser Kreis ist mit der Rotationsaxe ebenfalls fest und unveränderlich verbunden, dergestalt, daß er sich also, ganz wie das Fernrohr, nur zugleich mit ihr drehet, welches ich wohl zu merken bitte. Der kleinere (innere) Kreis, welcher hier die Alhidade (vergl. d. A.), deren Stelle er auch wirklich bloß vertritt, genannt wird, ist dagegen (s. unten) unbeweglich, und trägt an vier, immer um 90° auseinander und sich also diametral gegenüber stehenden Orten seiner, nicht weiter getheilten Peripherie, einen Vernier, um dadurch, wie wir unten auch näher sehen werden, die Minuten des äußern Kreises noch weiter unterzu-

* Die Einrichtung nämlich, welche Englische Künstler dem „Ganzen Kreise" geben, weicht hiervon etwas ab, wiewohl der Sinn freilich immer der nämliche bleibt: eine Beschreibung des z. B. von Ramsden für die Sternwarte zu Palermo, und von Troughton für Greenwich verfertigten solchen Instruments in „Astronomie von Piazzi". Deutsch v. Westphal. Berlin. 1822. 2 B. gr. 8. I. 74 flgd.

** Genauer vergleichende Leser dürften in dieser Figur Details bemerken, deren ich in der Beschreibung keine namentliche Erwähnung thue; ich habe dieselben nicht unterdrücken wollen, und erkläre mich zu Schlusse des Artikels über die Wünschenswürdigkeit einer Ansicht des Instrumentes selbst, wonächst man die Beibehaltung jener Details nothwendig finden könnte.

theilen, so daß man, mit Hülfe beider Kreise, unmittelbar zwei Secunden lesen, ja, meistens, selbst einzelne Secunden noch abschätzen kann. Diesen Verniers wollen wir aber (ich komme ebenfalls unten darauf zurück) einstweilen einfache feine, gerade Linien substituiren, welche auch an vier Randorten unseres (festen) innern Kreises, in der Richtung seiner Halbmesser und in denselben gegenseitigen Abständen von 90°, gezogen wären, und also die jedesmalige Lage des (beweglichen) äußern Kreises gegen die „Alhidade" in ähnlicher Art zu bestimmen dienten. Ich hebe, um den Zweck der Einrichtung gleich soviel möglich anzudeuten, nochmals besonders hervor, daß dieser zweite Kreis (diese „Alhidade"), wie auch aus der, bereits oben erwähnten Nothwendigkeit seiner Unbeweglichkeit folgt, nicht, gleich dem ersteren (äußeren) Kreise, mit der Rotationsaxe verbunden, sondern an dem Pfeiler P unverrückbar befestiget ist, in welcher Absicht seiner Unverrückbarkeit während der Drehung des Fernrohres zugleich mit jenem äußern Kreise und der Axe, man rings um seinen Mittelpunct so viel Spielraum frei läßt, daß das Axende ungehindert darin laufen kann. Jene Befestigung am Pfeiler P wird durch die starke metallne Vorrichtung ab bewirkt, deren Theil a ein tüchtiges, in den Pfeiler eingelassenes Eisenstück, den Theil b aber eine solide, mit der Alhidade durch Schrauben gut verbundene Messingplatte abgibt: unter sich stehen diese beiden Theile mittelst einer andern feinen Schraube in Verbindung; und um, mit Hülfe derselben, die Alhidade in ihrer unverrückten Stellung erhalten zu können, bringt man an ihr bei d auch eine Libelle an, welche also jede Aenderung verräth, bei deren Eintritte man die Alhidade, durch die gedachte Schraube, wieder in die, mittelst der Libelle abzunehmende, rechte Stellung zurückführt.

Eine ähnliche Einrichtung zeigt sich ebenfalls an dem andern Ende (B) der Rotationsaxe: man sieht hier das in dem Pfeiler Q befestigte Eisenstück a' sammt der soliden Messingplatte b'; und diese Platte umgibt in ihrem oberen Theile bei d' die Rotationsaxe wiederum dergestalt frei, daß letztere eben so ungehindert in der dazu hinreichend großen Plattenöffnung laufen kann. Allein durch die Mitte dieser Platte, längs der Richtung c' d', geht zugleich eine, mit ihrem oberen Ende auf die Rotationsaxe drückende und dadurch ihre freieste Bewegung hemmende, metallne Stange, deren unteres Ende bei c in einer Schraubenmutter läuft, und mit einer granulirten kleinen Scheibe h versehen ist, dergestalt, daß man die Stange bequem drehen, und jenes obere Ende also auch wieder herabzulassen im Stande ist.

Ist dieß Letztere aber geschehen, so findet sich, um nun zur Hauptsache: der Anwendung dieses schönen, jedoch, wie man sieht, auch sehr complicirten Instrumentes zu kommen, die Rotationsaxe demnach für den Augenblick ganz frei, und man bewegt nun das (wie gesagt) fest mit ihr verbundene Fernrohr sammt dem ebenfalls nur zugleich mit ihr drehbaren äußern Kreise so lange, bis man, gegen den Zeitpunct der erwarteten Culmination, den zu beobachtenden Stern* vorläufig bloß in des Fernrohres Feld bekömmt. Hierauf schraubt man die Stange wieder aufwärts, wonächst sich das Fernrohr, immer sammt dem äußeren Kreise, nur noch etwann so wenig sanft drehen läßt, daß man den Stern aus jenem seinem erst noch allgemeinen Platze im Felde überhaupt, zur genauesten Zeit der eigentlichen Culmination, nun auch eben so genau in dessen Mitte (den — vergl. Fernrohr, S. 450. — Durchschnittspunct des „Fadenkreuzes") bekömmt, und liest, mit

* Ich spreche hier, zur Vereinfachung der Darstellung, nur von Fixsternen, welche sich im Fernrohre bekanntlich als bloße untheilbare Puncte darstellen, wogegen ich mich bei Gestirnen von meßbarem Durchmesser auf ihren Mittelpunct oder ihre Ränder beziehen müßte, welche letztere Ausdehnung der Vorstellung man sich wohl leicht selbst macht. Dabei wird die Bemerkung angemessen seyn, daß man hinreichend lichtstarke Fernröhre wählt, um Fixsterne von auch nur 2ter und 3ter Größe, z. B. den Polarstern, selbst bei Tage sehen zu können.

Bemerkung des gleichzeitigen Uhrmomentes, in diesem Stande des Instruments, die Angaben der vier Verniers (oder auch nur der, denselben deßwegen oben substituirten vier Theilungslinien) der Alhidade an dem äußern Kreise ab: das arithmetische Mittel aus diesen vier Angaben* gewährt die gesuchte genaueste Höhe des Sterns im Uhrmomente seiner Culmination, dergestalt, daß sich also, wie ich nachweisen sollte, die, Eingangs an den „Meridiankreis" gestellte Forderung auf-Einmaliger schärfster Bestimmung des Culminations-Moments (der daraus folgenden geraden Aufsteigung) und der Mittagshöhe oder der dieselbe ergänzenden gleichzeitigen Zenithdistanz (d. h. der wieder daraus folgenden Abweichung) wirklich erfüllt findet. — Ich verwahre mich gegen den etwannigen Vorwurf, mehrere Neben-Vorrichtungen dieses vortrefflichen Instruments unerwähnt gelassen zu haben: diese gehen den praktischen Astronomen an, welchen mein Werk nicht zunächst im Auge haben darf.

Den Zweck des Instrumentes habe ich meinen Lesern also auf die bestimmteste Weise bezeichnet; und den dazu angewendeten Mechanismus der, um nun zu resumiren, „Verbindung eines fest stehenden, nur als Alhidade dienenden und daher nur Verniers tragenden inneren Kreises, mit einem beweglichen, aber immer bloß zugleich sammt dem Fernrohre, an jenem ersteren verschiebbaren, höchst genau getheilten äußern Kreise", hoffe ich Ihnen, in der Hauptsache, auch deutlich genug gemacht zu haben; — wer mehr technisches Detail (auf welches sich, vergl. vorn, auch diejenigen Angaben der Figur beziehen, deren ich in meinem Vortrage keine namentliche Erwähnung thue) verlangt, den verweise ich, wiewohl ohne eigenen Anblick des Instruments doch Manches nicht ganz einleuchten dürfte, auf den, vom verewigten Wiener Astronomen Littrow bearbeiteten Artikel „Meridiankreis" in der viel citirten neuen Ausgabe von Gehler's physikalischem Wörterbuche, wo derselbe aber

* Denken wir uns die optische Are des Fernrohres zugleich mit den beiden Theilpuncten 0° und 180° des also auch in der Mittagsfläche angenommenen, äußern Kreises genau im Horizonte, und den mit 90° und 270° bezeichneten Durchmesser dieses Kreises senkrecht darauf, die obigen vier Theilungslinien des in der nämlichen Fläche befindlichen, unbeweglichen inneren Kreises aber scharf damit coincidirend; und sey sodann das Fernrohr sammt jenem, sich mit ihm zugleich drehenden äußeren Kreise, gegen den inneren, unbeweglichen erhoben und festgestellt: so sind die 4 Cardinalpuncte 0, 90, 270, 360 des letzteren zugleich von den vier Theilungslinien des inneren Kreises zurückgetreten, und würden es ganz gleich weit (um ganz gleich viel Grade, Minuten, Secunden) seyn, wenn die Theilung auch als ganz vollkommen angesehen werden könnte: man würde dann die sich ergebenden 4 Anzahlen n, n', n'', n''' von Graden, Minuten, Secunden, unter sich auch ebenfalls vollkommen gleich finden; — und man nimmt, da eine solche Vollkommenheit in der Wirklichkeit nicht Statt hat, also natürlich, wie oben, das „arithmetische Mittel" $\frac{n + n' + n'' + n'''}{4}$. Diese Auseinandersetzung weist zugleich darauf hin, weßhalb man einen „ganzen Kreis", statt eines Quadranten mit seinen bloßen 90°, anwendet, da doch die (hier nur zu messenden) Höhen (oder Zenith-Abstände) der Gestirne nicht über 90° gehen können: der „ganze Kreis" gewährt, wie man nun einsieht, eine vierfache Genauigkeit (Messung).

Endlich hatte ich vorn, mit Verweisung hierher, auch noch das „enge Aneinanderschließen" des äußern und inneren Kreises hervorgehoben: es ist aber nun ebenfalls einleuchtend, daß die gezeigte Art des genauesten Vergleichens beider Kreise nur dadurch möglich gemacht wird. Wendete man, statt der Theilungslinien des inneren Kreises, die Verniers selbst an, so entspringt überdieß der Vortheil, daß der äußere (getheilte) Kreis nicht von deren Reibung leidet, welche somit auf dem inneren erfolgt.

freilich auch gegen 30 Seiten gr. 8. faßt. Ein besonderes Werk über diesen Gegenstand ist mir, wie ich schließlich bemerke, nicht bekannt.

Merkur, s. Mercur.

Meteore, Lufterscheinungen; Meteora; *Météores.* So nennt man alle im Luftkreise sich ereignenden Naturbegebenheiten oder Erscheinungen. In ihrem ganzen Umfange gehört die Aufzählung und Beschreibung dieser „Meteore" in die specielle Physik des Erdkörpers; die Astronomie hat sich nur mit denjenigen derselben zu beschäftigen, bei welchen auch, mehr oder weniger, wirklich „astronomische" (von andern Gestirnen herrührende) Einflüsse präsumirt werden dürfen, oder wobei Gestirne in Berührung kommen. Als solche „Meteore" bezeichne ich in den betreffenden Einzel-Artikeln vorzüglich die Feuerkugeln und Sternschnuppen, unter der Einschränkung auf ihren kosmischen Ursprung, die Höfe um Sonne und Mond, die Nebensonnen und Nebenmonde und etwann noch das Nordlicht*; und verweise ihretwegen auf jene besondern Artikel, gleichwie auf den hier folgenden Vortrag über:

Meteorologie (Witterungslehre); Meteorologia; *Météorologie,* — worunter man die Gesammtlehre von den, im vorangehenden Artikel bezeichneten Erscheinungen und den darauf bezüglichen Veränderungen im (zunächst — vergl. unten — irdischen) Luftkreise versteht. Die meisten dieser Veränderungen hangen, wie man leicht einsieht, vom Eigenleben des Planeten Erde ab, und sie machen, in diesem ihren Zusammenhange unter sich und mit astronomischen Einflüssen eben den Vorwurf der weitläuftigen, verwickelten und höchst problematischen „Disciplin" (Wissenschaft wage ich nicht zu sagen) der „Witterungslehre", „Meteorologie" aus. In demselben weiten Umfange darf ich die Sache natürlich nicht behandeln: mein Werk muß sich, bei der meteorologischen Betrachtung, auf einige astronomisch-„meteorologische" Andeutungen beschränken.

Den wichtigsten dieser Einflüsse auf die Witterung übt natürlich die Sonne, der Licht- und Wärme-Heerd unseres ganzen Systems, aus; und zwar ist dieser Einfluß, wie ich eben mit der obigen Bemerkung in der Parenthese andeuten will, daher auch nicht auf unsere Erde eingeschränkt, sondern erstreckt sich über sämmtliche Systemsgestirne. Unter diesem Gesichtspuncte (welchen ich bei Betrachtung der Sonnenflecke wieder aufstellen werde) ist ein Ausspruch Herschel's (des „Großen", wie ich den Vater im Gegensatze des, um die Astronomie gleichwohl auch nicht unverdienten Sohnes „John", zu nennen pflege) besonders merkwürdig. „Ich bin fest überzeugt", sagt dieser sorgfältige Beobachter* „daß die Oeffnungen (Flecke) der Sonne mit großen Untiefen, Rücken, Nieren und Narben (als unzweifelhaftes Resultat größerer Thätigkeit in der Lichthülle dieses Gestirns) eine reichlichere Aussendung erhitzender Strahlen, folglich mildere planetarische** Witterung erwarten lassen, wogegen Poren, kleine Einschnitte, und die Abwesenheit von Rücken, Nieren, großen Oeffnungen und Untiefen, kurz, überhaupt ein ärmliches und unthätiges Ansehen der Sonnenscheibe (der den Sonnenkörper

* Nach der obigen Definition gehört die Dämmerung offenbar ebenfalls hierher, wiewohl man sie gewöhnlich unter den „Meteoren" nicht aufgeführt findet; des evidenten astronomischen Charakters dieser „Luftbegebenheit" wegen, ist sie aber deßhalb auch nicht weniger in einem besondern Artikel unseres Werkes behandelt worden.

* Ich finde die Stelle in meinen Collectaneen, ohne gleich angeben zu können, in welcher der mehreren Schriften Herschel's sie eigentlich vorkommt.

** In der That „planetarische", nicht bloß irdische: die übrigen Planeten des Systems müssen den Einfluß dieser mehreren oder minderen Licht- und Wärme-Thätigkeit des allen gemeinschaftlichen Centralkörpers nicht weniger erfahren; — und eine vervollkommnete Astronomie wird diesen Einfluß vielleicht einst noch aus der Beobachtung der atmosphärischen Hüllen dieser verschiedenen Weltkörper nachzuweisen verstehen.

umringenden Photosphäre) eine sparsamere Emission von Licht- und Wärmestrahlen, und somit strengere Witterung andeuten".

Der Witterungs-Einfluß der Sonne kommt also für das ganze System* in Betracht; ein Einfluß des Mondes dagegen, als des der Erde nächsten Gestirns, wofern ein solcher überhaupt zugegeben werden darf, könnte sich auch nur auf unseren Planeten beziehen. Mädler, der Mond-Astronom per excellentiam, drückt sich sehr behutsam darüber aus: „Der Einfluß des Mondes auf die irdische Witterung", sagt er („Beschreibung des Mondes". Berlin. 1839. gr. 8. S. 118.), „ist noch sehr wenig festgestellt; indeß kann man nach den bisherigen Untersuchungen behaupten, daß er äußerst gering, wiewohl nicht ganz zu verwerfen sey". — Herschel (der Jüngere; ich habe ihn eben erwähnt) in Schumacher's „Astronomische Nachrichten". Nr. 442. läugnet den Witterungs-Einfluß des Mondes durchaus. Der gemeine Mann, der Schäfer z. B. (auf welchen ich, als Meteorologen, Etwas halte), hängt dagegen fest am Glauben eines solchen Einflusses; und man muß in den Fällen, in welchen sich die Wissenschaft im Widerspruche mit dem sogenannten Volksglauben findet, vorsichtig mit seinem Urtheile seyn, daher ich den Lesern meine Ansicht von der Sache auch nicht aufdringe. Die mehrmals gemachten Versuche aber, einen Einfluß planetarischer Aspecten (s. Aspecten) auf die irdische Witterung nachzuweisen, sind, soviel ich weiß, noch immer vollkommen erfolglos gewesen.

Mehr über „Meteorologie" scheint mir in die Astronomie nicht zu gehören; Lesern, denen der Artikel in dieser Fassung dürftig vorkommen sollte, und die weiteres Detail verlangen, weiß ich schließlich keinen bessren meteorologischen Führer, als den Halle'schen Physiker Kämtz „Lehrbuch der Meteorologie". Halle. 1831. gr. 8. (vor mir liegen 2 Bände; es ist aber, wenn ich nicht irre, indeß ein dritter erschienen) zu empfehlen.

* Andeutungen über andere Witterungsverhältnisse der übrigen Planeten des Systems in den diese Planeten betreffenden Einzel-Artikeln.

Meteorsteine, Luftsteine (αερολιθος); Lapides de coelo delapsi; *Aérolithes;* vergl. d. A. Feuerkugel, S. 453. wo dieser beim Bersten solcher „Feuerkugeln", zuweilen zur Erde herabgestürzten „Luftsteine" nähere Erwähnung geschieht.

Meter; Metrum; *Mètre.* Ueber dieses, in der Französischen Astronomie eine so wichtige Rolle spielende Maß habe ich mich im letzteren Art. ausführlich erklärt, und verweise dahin.

Methode der correspondirenden Höhen; Methodus altitudinum correspondentium; *Méthode des hauteurs correspondantes.* Ein Verfahren der praktischen Astronomie zur Ableitung des Culminations-Momentes eines Gestirns (seines Mittelpunctes) aus beobachteten gleich großen, vor- und nach dem Durchgange durch den Meridian, mit Bezug auf die zugehörigen Zeiten, genommenen Höhen.

Die Gestirne erreichen, bei Beschreibung des (sichtbaren) Weges: des Kreisbogens, des Bogens vom Parallel, des Tagbogens (s. d. Art.), welchen sie von ihrem Aufgangs- bis zum Untergangs-Puncte des Horizontes, an der scheinbaren Himmels-Hohlkugel zurücklegen, allaugenblicklich eine andere Höhe (vergl. d. Art. S. 783. Sp. 2.) über dem letzteren: im Meridian, wo sie („culminiren" und) gleich weit von jedem jener beiden Puncte abstehen, ist die Höhe (Mittagshöhe) die größte; gleich lange vor- und nachher (gleich weit östlich und westlich vom Meridian) aber sind diese Höhen auch gleich*. Ein Gestirn (vorausgesetzt, daß dasselbe seine Abweichung nicht ändere, auf welche Bedingung ich näher erst unten komme) steht demnach z. B. 3 Stunden vor sei-

* Der Meridian, als größter Kreis, halbirt den größten Kreis des Horizonts und alle über demselben stehende Bögen der Parallelkreise („Tagebögen" der betreffenden Gestirne), deren (östliche und westliche) Hälften daher auch gegen ihn symmetrisch liegen, woraus, mit Bezug auf die vollkommne Gleichförmigkeit der Tagesbewegung, die obige Gleichheit folgt.

ner Culmination eben so hoch über dem Horizont und eben so weit vom Meridian, als 3 Stunden nachher; und statt den Moment des Durchganges durch den letzteren unmittelbar* (welches zuweilen Schwierigkeiten macht) zu beobachten, kann man denselben also, angeführtermaßen, aus dergleichen „correspondirenden Höhen" ableiten, wobei sich, wie das folgende Beispiel zeigt, zugleich die Richtigkeit der Uhrangabe prüfen läßt.

Nehmen wir, Behufs eines solchen Beispiels, nämlich einmal an, man habe eines Tages die Höhe des obersten Sonnenrand-Punctes, Vormittags eben = 24° gefunden, als eine (gewöhnliche, d. h. auf mittlere Sonnenzeit eingerichtete) Uhr $8^h\,4'\,16''$ zeigte, und Nachmittags sey diese Uhrzeit, im Augenblicke der nämlichen Sonnenhöhe, 3^h (= 15^h) $53'\,12''$ gewesen: so hat sich, wie man ohne weiteres zugibt, der (mit jenem Puncte natürlich zugleich culminirende) Mittelpunct der Sonne um

$$\frac{8^h\,4'\,16'' + 15^h\,53'\,12''}{2} = 11^h\,58'\,44''$$

im Meridian befunden, als die Uhr letztere Zeit angab; diese Uhr zeigte im Augenblicke des wahren Mittages jene $11^h\,58'\,44''$, also $1'\,16''$ weniger als 12. Nun sey die Zeitgleichung (s. Gleichung der Zeit, S. 653.) am selbigen Tage aber $-\,1'\,20''$ **, also 4″ mehr, so zeigt die Uhr 4″ zuviel: sie soll in jenem Augenblicke des wahren Mittages, statt der, aus dem obigen arithmetischen Mittel dafür folgenden $11^h\,58'\,44''$, nur $11^h\,58'\,40''$ seyn; und sie muß also um die Differenz von 4″, um welche sie solchergestalt gegen richtige mittlere Zeit vorgeht, corrigirt werden. — Man erlangt also, wie ich zunächst darthun wollte, durch Anwendung dieser Methode, welche, statt unserer Einschränkung auf nur zwei Beobachtungen, in gleich begreiflicher Art, auf ganze Reihen solcher Beobachtungen ausgedehnt werden kann, in der That den doppelten Vortheil, der Ermittlung des Culminations-Momentes und der Prüfung der Uhr (auf eine andere ihrer gewöhnlicheren Anwendungen führt mich d. A. Mittagslinie).

Dabei wird indeß, wie gesagt, und wie man auch leicht einsieht, vorausgesetzt, daß das beobachtete Gestirn während der Zwischenzeit keine Veränderung seiner Abweichung, worauf ich bevorwortetermaßen nun komme, erlitten habe (daß es im nämlichen Parallel geblieben sey), welches streng nur von den Fixsternen, keinesweges aber namentlich von der, im vorangehenden Beispiele betrachteten Sonne gilt. Hat z. B. die nördliche (die Anwendung auf den Fall südlicher Abweichung, oder einer Abweichungsverminderung ist leicht gemacht) Abweichung dieses Gestirns während der obigen Zwischenzeit von 8 Uhr Morgens bis 3 Uhr Nachmittags (15 Uhr) zugenommen, so erreicht dasselbe (die Sonne), wie man sich bei nur einiger Anstrengung der Einbildungskraft leicht vorstellig macht, für einen Beobachter auf der entsprechenden, d. h. hier also der nördlichen Erdhalbkugel, die nämliche (die „correspondirende") Höhe (Nachmittagshöhe) der angegebenen 24° auch etwas später*; und die oben darauf gerechnete Zeit der $15^h\,53'\,12''$

* Zu dieser „unmittelbaren" Beobachtung ist übrigens in den A. A. Culmination und Mittag (Mittagszeit), welche ich zu vergleichen bitte, besondere Anleitung ertheilt.

** D. h. (l. c.), man muß an diesem Tage, im Augenblicke des wahren Mittages (des Sonnen-Mittages, der zwölften Stunde der Sonnen-Uhr), 1′ 20″ von 12 abziehen, um die genaue Zeit ($11^h\,58'\,40''$) zu haben, welche die (gewöhnliche) nach mittlerer Sonnenzeit eingerichtete (Pendel- oder Taschen-) Uhr zugleich zeigen soll.

* Die Sonne hat sich, bei zunehmender nördlicher Abweichung, dem Nordpole genähert: ihre Höhe ist also für den Beobachter auf der nördlichen Halbkugel, im entsprechenden Nachmittagsvertical größer als im Vormittagsvertical; und die „correspondirende Höhe" findet sich erst in einem späteren (westlicheren) Vertical. — Diese Auseinandersetzung zeigt zugleich, daß die obige Correction für die Zeit der Solstitien überflüßig wird.

ist etwas zu groß (die Sonne hat wegen des Wachsens der nördlichen Abweichung, für den auf derselben Erdhalbkugel angenommenen Beobachter, etwas mehr Zeit gebraucht, um von der Vormittagshöhe zur „correspondirenden" Nachmittagshöhe hinab zu sinken, als ohne die Abweichungsveränderung der Fall gewesen seyn würde). Setzen wir, der, dieser Abweichungsveränderung entsprechende (wie man übrigens leicht einsieht, freilich nie bedeutende) Fehler in Zeit betrage z. B. 4″ * (die Nachmittagszeit sey um soviel zu groß), so muß in der obigen Rechnung offenbar, statt 15h 53′ 12″, auch nur 15h 53′ 8″ (diese 4″ weniger) zu stehen kommen, und die gesuchte Uhrzeit des wahren Mittags wird dadurch um $\frac{4''}{2} = 2''$ kleiner (statt 11h 58′ 44″ nur 11h 58′ 42″, auf welche letztere Zeit sodann das vorauf erklärte weitere Verfahren anzuwenden ist).

Dieß ist nun die „Methode der correspondirenden Höhen", deren Anwendung auf die Sonne, als die gewöhnlichste und, bei dem nachgewiesenen gleichzeitigen Gebrauche zur Uhrenprüfung, auch nützlichste, ich deßhalb besonders hervorgehoben habe, welche aber offenbar nicht weniger auf jedes andere Gestirn: Mond, Planeten, Fixsterne, ausgedehnt werden kann. Das Princip des Verfahrens, namentlich der dabei anzubringenden Correction wegen der Abweichungsveränderung, hoffe ich meinen Lesern vollkommen klar gemacht zu haben; und darauf kam es mir wesentlich auch nur an: — den Praktiker aber, welcher Mehr, besonders die Entwicklung der betreffenden, in der Note nur angedeuteten Differentialformeln ver-

* Wie ist das, was ich solchergestalt bloß postulire", aber aus den Umständen selbst wirklich zu ermitteln? — Man kennt den Betrag der Veränderung der Abweichung der Sonne für jeden bestimmten Tag (für die 24 Stunden), und findet daraus durch bloße Regel-de-tri, zunächst den Betrag dieser Veränderung für das Zeit-Intervall zwischen den beiden Beobachtungen (in unserm Beispiele für die (nahe) 8 Stunden zwischen 8 Uhr Morgens und 3 Uhr 53′ Nachmittages): um diesen Betrag ist also die (nördliche) Abweichung der Sonne bei der Nachmittags-Beobachtung größer; und hieraus soll man sodann den Einfluß auf die Zeit letzterer Beobachtung ableiten.

Die „Zeit" einer Sonnenbeobachtung ergibt sich aber aus dem Stundenwinkel (s. d. A.): wenn die Sonne in ihrem Parallel z. B. 15° vom Meridian absteht, d. h. wenn ihr „Stundenwinkel" 15 Grad beträgt, so macht Dieß in Zeit 1 Stunde u. s. w. Dieß wissen meine Leser. Der „Stundenwinkel" hinwiederum folgt, wie man sich leicht versinnlichet, aus dem, durch das Complement der geographischen Breite des Beobachters, das Complement der Sonnenhöhe (beide bei beiden Beobachtungen die nämlichen) und das Complement der, also allein veränderten Abweichung gebildeten Triangel; und wenn sich die Abweichung also nicht geändert hätte, so würden die, „correspondirenden Höhen" entsprechenden Stundenwinkel natürlich auch gleich seyn. Da sie, wegen dieser Abweichungsveränderung, aber nun ungleich sind: da die Sonne bei der Nachmittagsbeobachtung dieselbe (die „correspondirende") Höhe erst in einem weiter vom Meridian abstehenden Stundenkreise (vergleiche d. A.), auf welchen ich mich hier statt vorher auf den Verticalkreis beziehe, als bei der Vormittagsbeobachtung erreicht; so muß man die entsprechenden beiden Stundenwinkel besonders berechnen (die beiden Triangel auflösen), in Zeit verwandeln, und die halbe Differenz, wie oben als Correction des Mittagsmomentes anwenden.

Für Leser, welche über diese Gründe unseres Correctionsverfahrens recht genau nachdenken wollen, hebe ich nochmals vorzüglich den Umstand der Nämlichkeit der einen Seite der aufzulösenden beiden Triangel: des Complements der geographischen Breite, und der Gleichheit der zweiten Seite: des Complements der Sonnenhöhe, hervor; erwähne aber dagegen einer andern, auf Differentialrechnung begründeten Anweisung zur Behandlung der nämlichen Aufgabe hier nur historisch.

langt, verweise ich schließlich auf Lalande: „Astronomie“. §. 920 flgd. (d. 2ten Ausgabe), wo sich gerade dieser Gegenstand wieder sehr schön behandelt findet.

Methode der kleinsten Quadrate; „Combinatio observationum minimis erroribus obnoxia“ (Gauß; vergl. hinten); *Méthode des moindres quarrés.* Eine, besonders in der neuesten Astronomie überaus wichtig gewordene Ausdehnung des bekannten Verfahrens des sogenannten arithmetischen Mittels (der Herleitung des Werthes Einer unbekannten Größe aus dem Durchschnitte verschiedener dafür gefundenen, unter sich nicht gleichen Beobachtungsergebnisse) auf den Fall der Forderung einer solchen Herleitung der „Mittel- (Durchschnitts-) werthe der Unbekannten aus einer größeren Anzahl mehrere solche Unbekannte enthaltender und unter sich wieder nicht übereinstimmender Gleichungen (Bedingungsgleichungen, vergl. d. A.)*.

Gesetzt, um dieß gleich an einem Beispiele recht anschaulich zu machen, man habe etwann die Länge einer Wegestrecke auf das allergenaueste zu bestimmen, und finde für diese Länge, welche wir, als die zu ermittelnde Unbekannte x nennen wollen, bei einer Messung eine gewisse Anzahl von Fußen, Zollen, bei einer zweiten, gleichsorgfältigen („gleiches Zutrauen verdienenden“ **) Messung 1 Zoll mehr, bei einer dritten 1½ Zoll weniger ** u. s. w., kurz man finde x bei n Mal wiederholten Messun-

* Man muß sich, um alsbald einen recht deutlichen Begriff von diesem allerdings nicht leichten Rechnungsverfahren, dem die neueste Astronomie aber einen guten Theil ihrer glänzendsten Erfolge verdankt, zu erlangen, zunächst an das allgemeine Verhältniß erinnern, welches zwischen einer Anzahl unbekannter Größen und der zu ihrer Bestimmung gegebenen Anzahl von Gleichungen bestehen kann: entweder nämlich sind, erstens, weniger, oder, zweitens, eben so viel, oder aber endlich, drittens, mehr Gleichungen, als unbekannte Größen vorhanden. Im ersten Falle bleibt das betreffende Problem unbestimmt, im zweiten ist dasselbe bestimmt, im dritten mehr als bestimmt. Sind aber, in diesem letzteren Falle, mit dem wir es hier allein zu thun haben, die Gleichungen das Resultat von Beobachtungen; so muß, da diese Beobachtungen, welche man eben deßwegen, zur Erlangung eines genaueren Mittelwerthes, sehr oft wiederholt, doch fast nie ganz scharf unter einander übereinstimmen, die Folge davon seyn, daß die daraus formirten Gleichungen, bei anderer Verbindung, auch fast nie ein genau übereinstimmendes Resultat geben. Ist dabei von Einer Unbekannten (x) die Rede, für welche man die verschiedenen, aber gleiches Zutrauen verdienenden keine Mitbedingung, deren Nothwendigkeit sich — vergl. ausserdem hinten — durch bloßes Nachdenken ergibt), z. B. drei Werthe a, a', a'' ermittelt hätte, so setzt man, wie gesagt, $x = \frac{a + a' + a''}{3}$; sind aber schon nur zwei Unbekannte (x, y) im Spiele, so daß $x + y = a = a' = a''$ gefunden wäre, so geht das, wie man wohl sieht, doch so unmittelbar nicht mehr; — und das dann anzuwendende, nun im Texte zu lehrende Verfahren zur Ableitung der angemessensten respectiven Mittelwerthe für die zwei Unbekannten aus drei nicht concordirenden Gleichungen, ist eben unsere „Methode der kleinsten Quadrate“.

* Das bloße Nachdenken lehrt, daß Dieß, wie ich deßwegen auch schon in der vorangehenden Note so sorgfältig hervorgehoben habe, Conditio sine qua non ist; auch liegt diese Voraussetzung allen den folgenden Erörterungen über unsere Methode zu Grunde.

** Wem dieses Beispiel, welches ich gleichwohl nicht ohne gute Absicht gewählt habe, nicht astronomisch genug vorkommen sollte, der nehme folgendes, unten nochmals benütztes, anderes Beispiel, wo die Polhöhe von Wien bei einer ersten Beobachtung = 48° 12′ 33″, bei einer zweiten und dritten, „ganz eben so viel Zutrauen verdienenden“ Beobachtung aber, resp. = 48° 12′ 34″ und = 48° 12′ 35″ gefunden und

gen $= a = a' = a'' = a'''$ u. s. w.; so hat man also für x die n Gleichungen (Bedingungsgleichungen, wie der Begriff in diesem Artikel definirt ist) $x = a$, $x = a'$, $x = a''$, $x = a'''$, oder $x - a = o$, $x - a' = o$ u. s. w. (eine Gestalt, welche ich denselben des gleich Folgenden wegen gebe); — und nimmt demnach für x ganz natürlich das „arithmetische Mittel"

$$x = \frac{a + a' + a'' + a''' \ldots .}{n}.$$

Dieses Verfahren ist in der Natur der Sache selbst begründet, wird schon vom Instinct des gemeinen Menschenverstandes, welcher gleich eine Fehler-Compensation ahnt, als das wahrscheinlich-richtigste anerkannt, und führt auch, wie die Erfahrung lehrt, insgemein zu dem sichersten Resultate. — Mit ihm also haben wir es bevorworteter-maßen zu thun.

Hier ist jedoch, wie man sieht, nur von der Ableitung Einer Unbekannten, aus mehreren für dieselbe gefundenen, unter sich verschiedenen Beobachtungswerthen, die Rede, auf welchen Fall das vorgeschriebene Verfahren eine so leichte Anwendung findet; — nun haben wir aber im eben citirten Art. Bedingungsgleichungen die mannichfachen andern Fälle kennen gelernt, in denen der Astronom aus einer großen Anzahl solcher, unter sich nicht übereinstimmenden Gleichungen mit zwei, drei u. s. w. Unbekannten, die Mittelwerthe für jede einzelne dieser, gleichwohl nur in Verbindung gegebenen Unbekannten, abgesondert herausfinden soll. Seyen (vergl. die voraufgehende Anmerk.), in einem solchen einfachsten Falle, z. B. für die nur zwei Unbekannten x, y die drei (unter sich nicht übereinstimmenden) Gleichungen $x + y = a$, $x + y = a'$, $x + y = a''$*, d. h. wieder des Folgenden wegen, $x + y - a = o$ u. s. w. gegeben; so kann ich daraus wohl das arithmetische Mittel für die Summe der beiden Unbekannten, aber nicht für eine jede einzelne von ihnen herleiten. — Wie ist also dann zu dieser letzteren Sonderung zu gelangen? wie das Verfahren des „arithmetischen Mittels", unserer Eingangs aufgestellten Forderung gemäß, auf diesen Fall auszudehnen? — und dieß ist unsere eigentliche Frage.

Auf den dazu anzuwendenden Kunstgriff ist man durch die Bemerkung einer, dem „arithmetischen Mittel" beiwohnenden merkwürdigen Eigenschaft geleitet worden. Wir hatten oben, in einem Beispiele, welches ich hier nochmals benützen wollte, für die drei Gleichungen $x - a = o$, $x - a' = o$ $x - a'' = o$, die numerischen (Messungs-) Werthe $a = 33$, $a' = 34$, $a'' = 35$ gefunden, und daraus $x = \frac{33 + 34 + 35}{3} = 34$ bestimmt. Substituirt man hiernächst diesen arithmetischen Mittelwerth in die obigen drei „Bedingungsgleichungen", d. h. setzt man für x, 34, und für a, a', a'' successiv 33, 34, 35, so werden diese Gleichungen dadurch freilich nicht sämmtlich $= o$, sondern man erhält vielmehr $34 - 33 = 1$, $34 - 34 = 0$, $34 - 35 = -1$, welche, solchergestalt entstehenden Differenzen wir mit d, d', d'' bezeichnen wollen; aber es ergibt sich, daß die Summe der Quadrate* dieser Differenzen, $d^2 + d'^2 + d''^2$, dieser „Fehler" (ich sage so, indem, wenn man allemal ganz richtig gemessen hätte, offenbar gar keine Differenzen Statt finden könnten,

daraus auf $\left(\frac{33 + 34 + 35}{3} =\right)$ $48^\circ\ 12'\ 34''$ festgesetzt wurde.

* Ich bereite darauf vor, daß ich statt dieser, hier nur zur bessren Uebersicht gewählten einfachsten Ausdrücke, welche, wie man leicht einsieht, bei ihrer Vereinigung, zu bloß identischen Gleichungen führen würden, unten die Unbekannten in ähnlicher Art mit Coefficienten verbinden muß, wie Dieß im eben allegirten Art. Bedingungsgleichungen geschieht

* Ich brauche wohl kaum daran zu erinnern, daß die Erhebung auf eine gerade Potenz, wie oben auf das Quadrat, das Negative positiv macht: $-1 . -1$ (s. das gleich Folgende) ist $= +1^2$. — Leser, die diesen Umstand, welchen ich hier bloß algebraisch geltend mache, für die Theorie unserer Me-

d. h. x dann immer denselben gleichen Werth hätte haben müssen), wenn also auch nicht ganz = 0, doch wenigstens kleiner ist, als wenn für x irgend ein anderer Werth angenommen worden wäre, oder, daß diese Summe der Fehlerquadrate, wie sich die Analysis ausdrückt, ein Kleinstes*, ein „*Minimum*" wird. Wirklich gibt in unserm numerischen Beispiele, auf welches ich zunächst hinzeute, jede andere, statt (des arithmetischen Mittels) 34, substituirte Zahl eine solche größere Summe jener „Fehlerquadrate": die, bei Anwendung der „arithmetischen Mittelzahl" 34 für x, herauskommende Summe ist $1^2 + 0^2 + 1^2 = 2$; nimmt man, statt 34, die Zahl 33, so ergeben sich die Differenzen (die „Fehler") $33 - 33 = 0$, $33 - 34 = -1$, $33 - 35 = -2$, also die Summe** der Fehlerquadrate $= 0^2 + 1^2 + 2^2$ schon $= 5$; und wenn meine Leser nun ferner etwann die Zahl 34,5 oder, wie gesagt, jede andere anwenden, so werden Sie immer einen größeren Werth der gedachten Summe finden.

Um aber den solchergestalt nachgewiesenen Zusammenhang zwischen dem „arithmetischen Mittel" und der „Summe der Quadrate" der bei seiner Anwendung noch übrig bleibenden „Fehler", als den entscheidenden Punct, sodann erst noch weiter nachzuweisen, wollen wir diesen Zusammenhang, auch mit Anwendung auf die obigen allgemeinen Ausdrücke $x - a = 0$, $x - a' = 0$, $x - a'' = 0$, $x - a''' = 0$ darthun: wir haben gesehen, daß die Substitution des arithmetischen Mittels für x in jene Bedingungsgleichungen zur Folge hatte, daß $d^2 + d'^2 +$ u. s. w. oder, da $d = x - a$, $d' = x - a'$ u. s. w., $(x-a)^2 + (x-a')^2 + (x-a'')^2 + (x-a''')^2 =$ Minimo wurde; ich werde jetzt zeigen, daß, wenn man vielmehr, letztere Consequenz zur Präliminär-Bedingung macht, daraus, umgekehrt, für x der Werth des arithmetischen Mittels folgt.

In der That leitet die Analysis, wie ich als bekannt voraussetzen muß, aus der obigen Forderung: $(x-a)^2 + (x-a')^2 + (x-a'')^2 + (x-a''')^2 =$ Minimo, die Gleichung $2(x-a)\,dx + 2(x-a')\,dx + 2(x-a'')\,dx + 2(x-a''')\,dx = 0$ ab, woraus, auf den ersten Blick, wie oben,

$$x = \frac{a + a' + a'' + a'''}{n},$$

d. i., welches ich beweisen wollte, x = dem arithmetischen Mittel, kömmt*. — Es geht also hiernach allgemein fest, daß man, um das arithmetische Mittel für die Unbekannte zu finden, statt des oben dazu vorgeschriebenen unmittelbaren Verfahrens, auch nur den Bedingungsgleichen $x = a$, $x = a'$ u. s. w. die, deßhalb gleich vorn angewendete Form $x - a = 0$, $x - a' = 0$ u. s. w., in welcher sie die Fehler d, d' ausdrücken, geben, diese respectiven Fehler in das Quadrat $(x-a)^2$, $(x-a')^2$.... erheben, und deren Summe $(x-a)^2 + (x-a')^2$..... gleich Minimo setzen darf; — und dieses Verfahren zur Erlangung des arithmetischen Mittels läßt sich nun, wohin wir eben wollten, auch auf

thode weiter verfolgen wollen, verweise ich auf Gauß viel citirte „Theoria motus corporum coelestium". S. 221; ich muß mich bemühen, ohne gleich tiefsinnige analytische Erörterungen zu Stande zu kommen: mein Hauptzweck ist durchgängige größtmögliche Popularität.

* Von diesem Umstande führt die Methode, wie ich gleich hervorhebe, eben den Namen der „Methode der kleinsten Quadrate", welcher Name sonst befremden könnte.

** Ich bitte wohl zu merken „die Summe"; nicht einzelne Quadrate, für welche sich die Sache, wie man auch sieht, anders verhalten kann. Von dieser „Summe" muß auch die Rede seyn, da sich die Betrachtung auf alle (auf die Summe der) Beobachtungswerthe, nicht auf einen einzelnen, beziehen soll.

* Man macht mich darauf aufmerksam, daß dieser so einfache und so schöne Beweis, dessen Ehre ich mir bis jetzt allein beigemessen hatte, schon vor mir von dem bekannten Französischen Geometer Legendre in seiner „Nouvelle Méthode pour la détermination des orbites des Comètes". Paris. 1806. gr. 4. S. 75. gegeben worden ist.

die Bedingungsgleichungen mit mehreren Unbekannten, für welche das gewöhnliche Verfahren, angeführtermaßen, nicht mehr zureicht, zur Darstellung des arithmetischen Mittelwerthes jeder einzelnen dieser mehreren Unbekannten anwenden. Seyen also, zum Nachweise dafür, gleich wieder die drei, unter einander nicht concordirenden, numerischen Bedingungsgleichungen mit nunmehrigen zwei Unbekannten (und in welchen Gleichungen ich, zur Vermeidung bloß identischer Schlußausdrücke, bevorwortetermaßen', Coefficienten habe mit auftreten lassen müssen):

$$\begin{aligned} x + y &= 4, \\ 2x + y &= 7, \\ x + 3y &= 12^*, \end{aligned}$$

gewählt; so gebe ich ihnen, wie oben zunächst die Gestalt:

$$\begin{aligned} x + y - 4 &= 0, \\ 2x + y - 7 &= 0, \\ x + 3y - 12 &= 0, \end{aligned}$$

in welcher sie eben die Differenzen, die „Fehler" ausdrücken, deren Quadrate summirt und, solchergestalt summirt, als ein Minimum behandelt werden sollen, erhebe sie demgemäß auf das Quadrat, und setze sodann diese „Summe der Fehlerquadrate" $(x + y - 4)^2 + (2x + y - 7)^2 + (x + 3y - 12)^2 = \text{Minimo}$. Die Analysis schreibt aber, wie ich wieder als bekannt annehmen muß, zur Behandlung einer solchen Gleichung mit zwei Unbekannten nun weiter vor, den Ausdruck successiv in Bezug auf die eine und dann auf die andere Unbekannte zu differentiiren, und jedes der dabei herauskommenden beiden Differentiale für sich $= 0$ zu setzen, welches $2(x + y - 4)\,dx + 2(2x + y - 7)\,2\,dx + 2(x + 3y - 12)\,dx = 0$, und $2(x + y - 4)\,dy + 2(2x + y - 7)\,dy + 2(x + 3y - 12)\,3\,dy = 0$, oder, nach der Reduction,

$$\begin{aligned} 6x + 6y - 30 &= 0, \text{ und} \\ 6x + 11y - 47 &= 0^*, \end{aligned}$$

also jetzt nur noch so viel Gleichungen als Unbekannte gibt, welche Wirkung des angewendeten Verfahrens ich alsbald ganz besonders hervorhebe. Denn nach dieser solchergestalt bewirkten Vereinigung der gegebenen mehreren Bedingungsgleichungen in nur eben noch so viele Finalgleichungen, als gerade auch Unbekannte vorhanden sind, hat die Ableitung der letzteren, durch das gewöhnliche Eliminationsverfahren, keine Schwierigkeiten mehr, wie man denn mit Einem Blicke auf unser Beispiel sieht, daß x daraus $= 1^3/_5$, und $y = 3^2/_5$ kommt.

Die Formation der zur Ableitung dieser respectiven numerischen Werthe von x und y angewendeten beiden Finalgleichungen ist nun aber, wie ich so sorgfältig bemerkt habe, zugleich nur unter der Bedingung des „arithmetischen Mittels" für jeden jener beiden Werthe bewirkt worden, für welches arith-

* Ich entnehme diese 3 „Bedingungsgleichungen", über deren Entstehung unter dieser oder einer ähnlichen Form ich übrigens nochmals auf den genannten Artikel verweise, aus meiner Inaugural-Dissertation über den vorliegenden Gegenstand: „Betrachtungen über die Methode der kleinsten Quadrate". Görlitz. 1820. 8. S. 3. flgd.

* Das Darstellungsgesetz dieser Final-Gleichungen läßt sich auch durch die Vorschrift ausdrücken: alle Glieder jeder der ursprünglichen Gleichungen successiv durch den Coefficienten der betreffenden Unbekannten in ihr, mit seinem Zeichen genommen, zu multipliciren, die Summen der Producte zu machen, und jede dieser Summen $= 0$ zu setzen. Multiplicirt man, dieser Vorschrift gemäß, in der That, z. B. in unseren 3 Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} x + y - 4 &= 0, \\ 2x + y - 7 &= 0, \\ x + 3y - 12 &= 0, \end{aligned}\right\}$$ in der ersten und dritten mit 1, und in der zweiten mit 2, als den jedesmaligen Coefficienten von x, so wird erhalten: . . . . . $\left.\begin{aligned} x + y - 4 &= 0, \\ 4x + 2y - 14 &= 0, \\ x + 3y - 12 &= 0. \end{aligned}\right\}$

woraus, wie im Texte . . . . . $6x + 6y - 30 = 0$

kommt; — und in dieser Art wird, wie ich an einem hinten folgenden zweiten

metiſche Mittel wir oben als Criterium den Umſtand kennen gelernt haben, daß ſich, nach ſeiner demnächſtigen Subſtitution in die betreffenden urſprünglichen Gleichungen, die „Summe“ der Fehlerquadrate“ (der Quadrate des dann in dieſen Gleichungen ungetilgt Bleibenden, nicht auf 0 Gebrachten) kleiner, als bei Subſtitution jedweder andern dafür zu wählenden Zahl, ergeben muß. Subſtituirt man demnach die obigen Werthe $x = 1^3/_5$, $y = 3^2/_5$, in die Gleichungen:

$$\begin{aligned} x + y - 4 &= 0, \\ 2x + y - 7 &= 0, \\ x + 3y - 12 &= 0, \end{aligned}$$

wodurch dieſe Gleichungen ſomit die Geſtalt:

$$\begin{aligned} x + y - 4 &= +1, \\ 2x + y - 7 &= -{}^2/_5, \\ x + 3y - 12 &= -{}^1/_5, \end{aligned}$$

erhalten; ſo geht alſo der Beweis, daß jene Werthe nun auch eben arithmetiſche Mittelwerthe geweſen ſind, daraus hervor, daß die Summe $1^2 + (^2/_5)^2 + (^1/_5)^2$, wirklich kleiner als bei der Wahl und Subſtitution jedes andern numeriſchen Werthes für x und y ausfällt. Um aber bei dieſer Wahl außerdem noch einen Anhaltspunct mehr in der Sache ſelbſt zu finden, wollen wir die urſprünglichen 3 Gleichungen auch noch auf andere, als die angewendete Art combiniren, und die ſolchergeſtalt erwachſenden Werthe mit den unſrigen (jenen „arithmetiſchen Mittelwerthen“) vergleichen. Es gibt nämlich die Combination von:

1 und 2,	die Werthe	$x = 3,\ y = 1,$
1 und 3,		$x = 0,\ y = 4,$
2 und 3,		$x = 1^3/_5,\ y = 3^2/_5,$

durch deren ſucceſſive Subſtitution

$$\left.\begin{aligned} x + y - 4 &= 0, \\ 2x + y - 7 &= 0, \\ x + 3y - 12 &= -6, \end{aligned}\right\} \quad \left.\begin{aligned} x + y - 4 &= 0, \\ 2x + y - 7 &= -3, \\ x + 3y - 12 &= 0, \end{aligned}\right\} \quad \left.\begin{aligned} x + y - 4 &= 1^1/_5, \\ 2x + y - 7 &= 0, \\ x + 3y - 12 &= 0, \end{aligned}\right\}$$

kommt, und wobei man denn in der That ſieht, daß die Summen der alſo entſtehenden Fehlerquadrate $0^2 + 0^2 + 6^2 = 36$, $0^2 + 3^2 + 0^2 = 9$, $\left(\frac{6}{5}\right)^2 + 0^2 + 0^2 = {}^{36}/_{25}$, wie dargethan werden ſollte, ſämmtlich größer als die obige Summe der $1^2 + (^2/_5)^2 + (^1/_5)^2 = {}^{30}/_{25}$ ausfallen. Dieſe Probe läßt mithin keinen Zweifel, daß die durch unſer Verfahren für x und y gefundenen Werthe auch ganz gewiß die verlangten arithmetiſchen Mittelwerthe, d. h. ſolche ſind, von welchen wir Eingangs dargethan haben, daß ſie, der Natur der Sache gemäß, als die angemeſſenſten, natürlichſten („wahrſcheinlichſten“ oder „wahrſcheinlich-richtigſten“, wie ich vorn ſage) betrachtet werden müſſen. Man überſieht ſelbſt ohne weiteres, außerdem zugleich, daß dieſe Methode in ſolcher Weiſe, ſtatt zweier Unbekannten, auf welche wir uns der Ueberſichtlichkeit wegen beſchränkt hatten, für jede beliebige Zahl von Unbekannten in Anwendung gebracht werden kann, und auch in dieſer Allgemeinheit, ſtets um ſo genauere Reſultate gewähren wird, jemehr, aus möglichſt genauen Beobachtungen abgeleitete Bedin-

Beiſpiele nochmals zeige, das Verfahren praktiſch (mechaniſch) ausgeführt, wogegen man, bei der, von mir angewendeten Entwicklung, zugleich eine Einſicht in die Theorie (in die Gründe) der Operationen erhält, die man mit den Bedingungsgleichungen vornimmt. Ich ſchmeichele mir, daß meine Leſer nicht gleichgiltig gegen die große Mühe bleiben werden, welche ich, um ſo klar als nur irgend möglich zu ſeyn, auf dieſe Entwicklung verwende.

* Ich wiederhole die ſchon in der vorangehenden Note bevorwortete Bedingung der Summe, indem es ſich offenbar nicht um das Einzelne, ſondern um alle (um die Summe der) Bedingungsgleichungen handelt. Das bloße Nachdenken über die Natur der Sache macht aber die Nothwendigkeit dieſer Rückſicht auch ohnedieß klar.

gungsgleichungen man ihr auf Einmal unterwirft, demgemäß man also von ihr in allen Fällen die sicherste Auskunft zu erwarten hat.

Um jedoch auch für diese Ausdehnung auf dergleichen Fälle mit mehr als zwei Unbekannten, ein Beispiel beizubringen, welches ich außerdem in noch anderer Absicht schon vorn versprochen hatte, wähle ich ein solches aus Gauß bereits oben citirter „Theoria motus corporum coelestium". S. 219. welches Er dort selbst mit den Worten einleitet: „Ut disquisitiones praecedentes per exemplum illustrentur, supponamus, per observationes, in quibus (man vergl. die dießfallsige, gleich Eingangs gemachte Bevorwortung) *praecisio aequalis praesumenda sit*, inventum esse":

$$\begin{aligned} p - q + 2r - 3 &= 0, \\ 3p + 2q - 5r - 5 &= 0, \\ 4p + q + 4r - 21 &= 0, \\ -p + 3q + 3r - 14 &= 0; \end{aligned}$$

so multiplicirt man also, unserer oben ertheilten Vorschrift gemäß, zuerst mit dem Coefficienten von p, mit seinem Zeichen genommen, in jeder Gleichung jedes Glied derselben, und erhält auf diese Weise die vier Ausdrücke:

durch deren Summirung die erste der drei, hier für drei Unbekannte zu formirenden Finalgleichungen erhalten wird.

$$\left.\begin{array}{r} p - q + 2r - 3 = 0, \\ 9p + 6q - 15r - 15 = 0, \\ 16p + 4q + 16r - 84 = 0, \\ p - 3q - 3r + 14 = 0, \\ \hline 27p + 6q \quad " \quad - 88 = 0. \end{array}\right\}$$

Auf die nämliche Weise werden, successiv mit den Coefficienten von q und r multiplicirend u. dann summirend die beiden andern Finalgleichungen . . $6p + 15q + r - 70 = 0$,

und . . . . . $" \quad q + 54r - 107 = 0$ gebildet.

Mit jener ersten Gleichung: . . . . . $27p + 6q \quad " \quad - 88 = 0$ verbinde man hierauf, der Elimination wegen, die dritte, nachdem man sie mit -6 multiplicirt hat . . . $" \quad - 6q - 324r + 642 = 0$, woraus durch Addition kommt . . . . . $27p - 324r + 554 = 0$.

Sodann verbinde man mit der zweiten Gleichung: $6p + 15q + r - 70 = 0$,

° Der Coefficient von p ist hier nämlich -1, auf welchen Umstand ich bei der Wahl des Beispiels besonders mit Rücksicht genommen habe. — Ich finde indeß, was diese Art der Bildung der Finalgleichungen betrifft, angemessen, auch noch hinzuzufügen, wie sich Laplace im „Essai philosophique sur les Probabilités" (4te Aufl. Paris. 1819.) darüber ausdrückt. „Si l'on a un grand nombre *d'équations de conditions*", heißt es daselbst, S. 94. und 99. „on les combine de manière à obtenir *autant d'équations finales* qu'il y a *d'inconnues*; mais quelle est la manière la plus avantageuse de cette combinaison? La condition du *minimum* de la *somme des carrés* des erreurs détermine le système des coefficiens qu'il faut adopter pour cet effet: on forme une *première équation finale*, en multipliant chaque terme de *chaque équation de condition* par le coefficient de la première inconnue dans cette équation, pris avec son signe, et en réunissant toutes ces équations ainsi multipliées; on forme une *seconde* équation finale, en employant de même les coefficiens de la seconde inconnue; — et ainsi de suite". Dieß ist aber eben die im Texte von uns gegebene und, in allem Detail, aus der Bedingung des „Minimums" für die „Summe der Fehlerquadrate" abgeleitete Regel.

wieder die, vorher mit −15 multiplicirte dritte Gleichung: . . . . . „ $-15q-810r+1605=0,$

woraus durch abermalige Addition . . . . . 6 p „ $-809r+1535=0$

kommt. Letzteres Reſultat aber mit − 4,5 multiplicirt, bringt . . . . . $-27p+3640{,}5r-6907{,}5=0.$

Addirt: „ $3316{,}5r-6353{,}5=0,$

und alſo . $r=\frac{6353{,}5}{3316{,}5}=1{,}916,$

Bei Fortſetzung dieſer Rechnung, welche Fortſetzung ich nunmehr meinen Leſern ſelbſt anheim gebe, werden Sie ferner . . . . . $q=$ . . . 3,551,

und endlich . . . . . $p=$ . . . 2,470

finden, und ſind demnach dieſergeſtalt, wie beim erſten Beiſpiele, im Beſitze von Werthen: „arithmetiſchen Mittelwerthen“, der Unbekannten, welche „Mittelwerthe“, als ſolche, den vier für dieſe drei Unbekannten gegebenen, ſtrenger unter einander nicht concordirenden Gleichungen, ein Genüge leiſten.

Mit dieſer Bezeichnung, welche eigentlich die ganze voraufgehende Charakterdarſtellung unſerer „Methode der kleinſten Quadrate“ reſumirt, beſchließe ich denn aber auch die rechnenden Entwicklungen, um nur noch einige hiſtoriſche und literariſche Notizen hinzuzufügen.

Die Erfindung dieſes, dem menſchlichen Geiſte zur großen Ehre gereichenden, ſchweren Rechnungsverfahrens darf nämlich (und zwar faſt gleichzeitig) einem Deutſchen und einem Franzoſen: unſerm trefflichen Gauß, und dem Verfaſſer der ſchon oben ewähnten Schrift „Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des Comètes.“ Paris. 1806. 4. — Legendre, beigemeſſen werden. Gauß verbreitet ſich ausführlich darüber in der ebenfalls angeführten „Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis Solem ambientium“. Hamburg. 1809. 4. S. 205. flgd., jedoch S. 221. dieſes Werkes ſelbſt einräumend: „Ceterum principium nostrum, quo jam inde ab anno 1795 usi sumus, nuper etiam a clar *Legendre* in opere *Nouvelles méthodes* pp. prolatum est, ubi plures aliae proprietates (vergl. vorn) hujus principii expositae sunt“. Späterhin hat Er noch eine eigene Schrift „Theoria *combinationis observationum minimis erroribus obnoxiae*“ (ich habe dieſen Ausdruck für die Methode, mit Verweiſung hierher, Eingangs angewendet). Göttingen. 1823. 4. darüber an das Licht treten laſſen. Außerdem beſitzt man eine gehaltreiche dießfallſige Abhandlung von Paucker: „Ueber die Anwendung der Methode der kleinſten Quadrate“. Mitau. 1819. 4., welche von Muncke im betreffenden Artikel des „Neues Phſikaliſches Lexicon“. Lpzg. 1825. B. 1. S. 902 flgd. benützt worden iſt. Vortrefflich ſind ferner die Betrachtungen, welche (ich habe ſchon in einer vorangehenden Note darauf hingewieſen) Laplace im „Essai philosophique sur les Probabilités“. 4te Aufl. Paris. 1819. 8. S. 94. flgd. darüber anſtellt. Außerdem verdienen Beachtung die Entwicklungen von Biot: „Traité d'Astronomie physique“. 2te Aufl. Paris. 1811. 3 B. 8 II. 203. flgd. — und von Piazzi: „Aſtronomie“. Deutſch von Weſtphal. Berlin. 1822. B. II. S. 127. flgd. Populär aber endlich habe ich den Gegenſtand zuerſt in der oben angeführten Inaugural-Diſſertation zu behandeln gewagt, auf welche die gegenwärtige Arbeit begründet iſt, von der ich ſchließlich hoffe, daß ſie keinen billigen Anſpruch unbefriediget laſſen wird.

Mikrometer; Micrometrum; *Micromètre* (μικρος klein, μετρω meſſen). Jedes Inſtrument zur Meſſung ſehr kleiner Dimenſionen. Sind die Gegenſtände, auf welche ſich dieſe Dimenſionen

beziehen, zugleich weit entfernt, sind es Gestirne, namentlich Planeten, und will man z. B. deren scheinbare, sehr kleine Durchmesser durch eine solche Messung bestimmen; so verbindet man die mikrometrische Einrichtung mit einem Fernrohre. Unter diesem astronomischen Gesichtspuncte * haben wir die Sache hier zu erörtern.

Meine Leser wissen aus der Theorie der Fernröhre (namentlich S. 425 und 426), besonders des astronomischen Fernrohres („Refractors" im engeren Sinne), auf welches ich meine Betrachtungen hier beschränke, daß man durch das Ocular eines solchen Instrumentes nicht mehr den betrachteten Gegenstand unmittelbar, sondern nur das von demselben vermittelst der Objectiv-Linse, im Innern der Röhre, um den Brennpunct her (im „Brenn-Raume"), entstehende „Miniatur bildchen" ** sieht: dieß Bildchen wird zwar, es sey denn, daß man dasselbe, etwann mit einem weißen Papierblatte oder etwas dem Aehnlichen, auffange, nicht selbst wahrgenommen; aber die Strahlen davon kommen doch (wohl zu merken, unter dem vergrößernden Einflusse, welchen das Ocular vorher noch darauf ausübt) so in das Auge, als wenn dieß Bild in der angegebenen Art aufgefangen und verwirklicht wäre: der betreffende Gegenstand stellt sich in der Erscheinung dieses Abbildes dar; und wenn man ihn, wozu nun eben unser „Mikrometer" dienen soll, selbst zu messen denkt, so mißt man vielmehr wirklich nur dieses, sein (wenn gleich, wie gesagt, auch nicht eigentlich, sondern nur als Luftbild, vorhandenes, d. h. nicht „aufgefangenes") Bild *, seine Erscheinung im Brennraume, allwo es gesehen werden sollte, wenn wir dasselbe nicht (vergl. wieder Fernrohr, S. 438. und hinten) in unserer Einbildung an den Himmel versetzten, d. h. auf den Gegenstand selbst bezögen.

Nun habe ich aber gleich Eingangs, als Beispiel der Anwendung „mikrometrischer Messung", namentlich die Bestimmung der scheinbaren Durchmesser der Gestirne, d. h. doch der Anzahl von Minuten, Secunden bezeichnet, welche diese Durchmesser im Bogen der eingebildeten Himmelshohlkugel (eines größten Kreises) selbst fassen; wie ist, um durch weitere Verfolgung desselben Beispiels, nur

* Die Verbindung des „Mikrometers" mit dem Mikroskop, in welcher Verbindung es zur Messung sehr kleiner naher, durch das letztere Instrument bequemer zu betrachtenden Gegenstände dient, gehört eigentlicher in die Physik. Indeß könnte man die Ocularlinse eines astronomischen Fernrohres allerdings auch als ein „einfaches Mikroskop" bezeichnen, durch welches man das (vergl. oben) im Brennraume des Instruments entstehende Gestirnbildchen betrachtet und somit vergrößert wahrnimmt. — Der besondere Art. Mikroskop führt mich hierauf zurück.

** Ich komme auf dieses „Bildchen", wie gesagt, im folgenden Art. Mikroskop zurück, den ich zu vergleichen bitte.

* So ist Lalande's („Astronomie." 2te Aufl. §. 2346.) Definition: „Le micromètre est un instrument pour mesurer la grandeur de *l'image* des objets observés par le moyen des lunettes astronomiques" zu verstehen: der durch das astronomische Fernrohr wahrgenommene Gegenstand (z. B. wieder der Planet) wird vom Auge nur als dieß Bild empfunden (gesehen), welches sich aber, angeführtermaßen, im Brennraume erst wirklich darstellt, wenn man daselbst, um es aufzufangen, nun etwann ein weißes Papierblatt hinhält; man gewahrt (und mißt) den Gegenstand (das Gestirn) nicht mehr, wie er vom bloßen Auge unmittelbar am Himmel beobachtet werden würde, sondern in seinem, durch das Objectiv, vermittelst der Strahlenvereinigung, im Innern der Röhre entworfenen Abbilde (Luftbilde), welches alsbald sichtbar erst vermittelst des Auffangens wird, und welches man durch das, wie ein einfaches Mikroskop vergrößernde (convexe) Ocular betrachtet. Ich bin bei dieser Entwicklung so sorgfältig, weil ich weiß, wie schwer viele Leser auf die Forderung der „mikrometrischen Messung eines Bildes" eingehen, von dessen wirklichem Daseyn Sie unmittelbar doch Nichts überzeugt.

erſt von der Sache überhaupt einen recht deutlichen Begriff zu geben, aus dem „mikrometriſchen“ Maße des Bildchens im Brennraume: des Durchmeſſers dieſes Geſtirnbildchens, auf die verlangte wirkliche Zahl von Minuten, Secunden, zu ſchließen, welche derſelbe Durchmeſſer in ſolchem Maße am Himmelsgewölbe einnimmt? Dieß „Bildchen“, ſetzen wir etwann des Mondes, welcher uns unmittelbar am Himmel doch ſchon als eine bedeutendere Scheibe erſcheint, zeigt ſich (bevorwortetermaßen und wohl zu berückſichtigen, abgeſehen von der Vergrößerung, welche es wegen ſeiner Betrachtung durch das Ocular erfährt), wie man beim erwähnten wirklichen Auffangen mit einem Papiere gewahr wird, ganz ungemein klein: die Brechung, welche die vom Geſtirn ſelbſt herkommenden Lichtſtrahlen im Objectiv erfahren, haben ihnen natürlich einen ganz andern Weg angewieſen, und die Dimenſionen des Abbildes gegen die Dimenſionen, welche der unmittelbare Himmelsanblick gewährt, ſind dadurch natürlich verändert; wie iſt alſo zu verfahren?

Zur Beantwortung dieſer Frage ziehe man zuvörderſt in Betracht, daß, wieviel kleiner dieß Bildchen * auch ausfalle, es doch immer ſeinem Gegenſtande proportional bleiben muß: ein ſolches Bild der Planeten, des Mondes, der Sonne (vergl. Heliometer, S. 746.) muß in dem Verhältniſſe kleiner ſeyn, als ſich dieſe reſpectiven Geſtirne ſelbſt (ihre ſcheinbaren Durchmeſſer) am Himmel kleiner darſtellen: denn das Objectiv „portraitirt“ ſie, wenn ich ſo ſagen darf, im Brennraume alle nach ſeinem nämlichen Verkleinerungsmaße; — und was vom ganzen Bilde gilt, gilt natürlich auch von dem zunächſt nur zu meſſenden Durchmeſſer dieſes Bildes (dieſer abgebildeten Kreisſcheibe des betrachteten Geſtirns). Dieß vorausgeſetzt, hat man nun zur Meſſung des Geſtirnbildes (ſeines Durchmeſſers), und Ableitung der entſprechenden Zahl von Minuten, Secunden im Himmelsbogen folgendes Verfahren anwenden können: Man legt an der Stelle der Brennpuncte der Gläſer (des Brennraumes des Objectivs, indem beim aſtronomiſchen Fernrohre, wie man ſich erinnert, die Brennpuncte beider Gläſer zuſammenfallen) um die Röhre einen, etwann meſſingenen Ring mit einander dergeſtalt gegenüberſtehenden Schraubenmuttern, daß zwei hindurchgehende, auf des Fernrohres Are ſenkrechte Schrauben im Mittelpuncte jenes Raumes (alſo im Inneren der Röhre, im gemeinſchaftlichen Brennpuncte) mit den Enden genau zuſammen geſchraubt werden können; die Windungen dieſer Schrauben müſſen ſich vollkommen gleich ſeyn. Es finde ſich jetzt das zu beobachtende Geſtirn z. B. im Augenblicke der Culmination, vor dem Fernrohre (ſein Mittelpunct in dem Durchſchnitte des „Fadenkreuzes“), ſo fällt das Bild des Geſtirns, auseinandergeſetztermaßen, in den Brennraum (der Mittelpunct in den Brennpunct), ſtellt ſich (wie ich nun in Betracht ziehe), durch das Ocular vergrößert dar, und wird vom Auge am Himmel da gewähnt (geſehen), wo ſich das Geſtirn ſelbſt zeigt. Man ſtelle alſo beide Schrauben dergeſtalt, daß ihre Enden (Spitzen) den Rändern dieſes Bildes entſprechen (daß zwei diametral entgegengeſetzte Randpuncte mit den Schraubenſpitzen zuſammenzufallen, und daß die letzteren demnach einen Durchmeſſer des Geſtirns, wie daſſelbe alſo wahrgenommen wird, zwiſchen ſich zu halten ſcheinen), und ſchraube hiernächſt die Schrauben gleichmäßig zuſammen; ſo müſſen, nach Maßgabe der vorgeſchriebenen Einrichtung, auch ihre Enden, im Mittelpuncte des Geſtirnbildes zuſammen treffen, und die Anzahl der mit beiden Schrauben dazu

* Ich mache wiederholentlich darauf aufmerkſam, daß ich vom „Bildchen“, wie es ſich bei der Auffangung darſtellen würde, ſpreche, und dabei alſo noch ganz von der, erſt nachher in Betracht zu ziehenden Vergrößerung abſehe, die daſſelbe vermittelſt der Anwendung des Oculars darauf erfährt; die „mikrometriſche Meſſung“ hat es auch in der That nur mit jenem Geſtirn-Bildchen, welches im Brennraume, wenn auch nicht unmittelbar ſichtbar, doch darum nicht weniger wirklich vorhanden iſt, keineswegs aber mit dem Geſtirn ſelbſt, zu thun.

gemachten Umdrehungen (oder, bei der vorausgesetzten Gleichmäßigkeit der Drehung, die doppelte Zahl der Umdrehungen der einen oder der andern Schraube) gibt den Durchmesser des Gestirnbildes in solchen Schraubengängen (Windungen). Vorher muß durch Erfahrung bestimmt seyn, wieviele dieser Schraubengänge z. B. auf 1 Minute des Himmelsbogens (eines Bogens des größten Kreises der eingebildeten Himmelshohlkugel) kommen: man wisse etwann, daß der (scheinbare) Durchmesser der Sonne an einem bestimmten Tage (denn er ist bekanntlich veränderlich), in solchem Bogenmaße eben 1800″ halte, und man habe, am selbigen Tage, für das Sonnenbild, durch unser Verfahren, 600 Schraubenwindungen gefunden; so kommen offenbar auf 1 solche Windung 3 Bogensecunden*.

Ein dergleichen „Mikrometer" nun heißt nach seiner Einrichtung ganz natürlich ein Schraubenmikrometer (Lalande nennt es bloß „Micromètre" ohne weiteren Beisatz), und ich habe meinen Vortrag mit demselben einleiten zu müssen geglaubt, da es mir den schnellsten Begriff von der Sache zu gewähren schien. Die Erfindung gehört, um gleich das Historische beizufügen, dem uns schon aus d. A. Kometen (S. 926.) bekannten (1710 als Königlicher Astronom zu Berlin verstorbenen) Kirch; und das Princip dieses Instruments (die Schrauben-Anwendung) liegt, angeführtermaßen, nicht weniger dem vollkommensten neueren Instrumente zu „mikrometrischen" Messungen, dem Heliometer zu Grunde, auf welchen besondern Artikel ich also nochmals verweise.

Statt zweier, einander solchergestalt durch Zusammenschraubung gegenseitig zu nähernden Schrauben, wollen wir uns aber, um nunmehr weiter zu gehen, jetzt ferner nur Eine Schraube denken, mittelst welcher sich ein Rahmen mit einem darin ausgespannten Faden (etwann von Seide), einem andern im Brennraume unbeweglich angebrachten Faden in derselben Art nähern läßt; so sieht man ohne weiteres ein, daß dadurch das nämliche Messungsresultat erlangt werden wird; — und dieses von dem uns vielfach bekannt gewordenen Französischen Astronomen Picard (1666) angewendete Verfahren gewährt nun die erste Idee des Faden-Micrometers (Micrometrum filare; *Micromètre filaire*), woraus hernach das, dem älteren Cassini zugeschriebene Fadennetz-Micrometer* (Reticulum; *Réticule*) entstanden ist. Man stelle sich, Behufs der Einsicht von der Einrichtung und Anwendung eines solchen Micrometers, nur erst eine Anzahl einander paralleler, in einer, durch den Brennpunct senkrecht auf des Fernrohres Axe (im Innern der Röhre) gedachten Ebene (dem „Brennraume") unbeweglich ausgespannter Fäden vor, und erhebe das mit einem solchem (noch bloß) Faden-„Gitter" versehene Fernrohr zu der (immer bekannten) Aequatorshöhe des Beobachtungsortes. Wir wissen aber, daß ein Fixstern, und also namentlich ein, auch im Aequator

* Gerade dieses Beispiel habe ich mit zeichnender Erläuterung, auch in dem schon citirten Art. Heliometer benützt; ich verwahre mich, manches technische Detail, welches mehr für den Praktiker gehört, zu übergehen, aber einen vollkommen klaren Begriff von der Sache selbst muß man, zumal bei Vergleichung jener Zeichnung, nothwendig erhalten. Den einzigen, sich indeß auch schon von selbst ergebenden Umstand will ich nur noch bevorworten, daß bei dieser Einrichtung natürlich die Beibehaltung der nämlichen Vergrößerung (die Belassung des nämlichen Oculars) vorausgesetzt wird, indem davon das Maß des Bildes abhängt.

* Man muß dieses zur Messung kleiner Größen am Himmel dienende, durch Verbindung mehrerer Fäden gebildete „Fadennetz" (oder auch — s. oben — bloße „Fadengitter") nicht mit dem, im Art. Fernrohr, S. 449. angeführten, dort aber nicht scharf genug davon unterschiedenen „Fadenkreuze" verwechseln, welches letztere, wie l. c. näher auseinander gesetzt ist, nur aus zwei, einander im Brennpuncte durchkreuzenden", und solchergestalt lediglich den Mittelpunct des Gesichtsfeldes bezeichnenden Fäden besteht.

gewählter Firstern*, bei der Tagesbewegung, z. B. 4 Secunden Zeit gebraucht, um einen Bogen von 1 Minute (4.15″) zu durchlaufen; und wenn demnach ein solcher Stern jene Zeit der 4″ anwendete, um von einem Gitterfaden zum nächsten zu gelangen, so bewiese Dieß, daß die Entfernung zwischen den beiden Fäden dem Bogen von 1 Minute (eines größten Kreises) entspräche (daß, um wieder den vorn betrachteten Fall hervorzuheben, der Durchmesser eines, sich zwischen diesen beiden Fäden darstellenden, von ihnen, an seinen diametral gegenüber stehenden Randpuncten scheinbar begrenzten Planeten 1 Minute hielte) u. s. w. Dieß springt in die Augen. Man durchschneidet überdieß diese (solchergestalt verticalen) Fäden noch vermittelst eines transversalen, durch den Brennpunct gehenden, andern Fadens, oder auch vermittelst mehrerer demselben parallelen und also auf jenen ersteren perpendicularen (horizontalen) Fäden (wodurch nun, wie man sieht, die eigentlichere „Netzform" hervortritt), und befindet sich solchergestalt im Stande, die micrometrische Messung auch noch auf andere Umstände, z. B. auf kleine Declinations-Verschiedenheiten der betreffenden Gestirne, auszudehnen, welches meine Leser wohl gleich selbst einsehen. Diese hier bloß, in ihrer Allgemeinheit angedeutete Construction ist von der Praxis später auf mannichfache Weise variirt worden; ich brauche aber auf diese Variationen nicht weiter einzugehen: die Hauptsache dabei kommt offenbar immer auf eine Anzahl von, vorgeschriebenermaßen, im Brennraume ausgespannten, sich durchschneidenden Fäden hinaus, davon man einen der Tagesbewegung der Gestirne parallel stellt, um, außer der, zuerst als Beispiel hervorgehobenen Durchmesser-Bestimmung, auch die Messung geringerer Verschiedenheiten (nicht bloß der eben erwähnten Declination, sondern zugleich) der Rectascension, bewirken zu können.

* Warum „Firstern", und kein anderes Gestirn? Weil die Fixsterne im Fernrohre als untheilbare Puncte erscheinen, und deßhalb zu der nun oben zu beschreibenden Bestimmung besonders geschickt sind.

Letzteren Zweck der Bestimmung kleiner „Rectascensions"-Verschiedenheiten erreicht man jedoch, wie ich im besondern Artikel näher gezeigt habe, noch bequemer durch das Kreismicrometer, worunter man (s. l. c.) einen im Brennraume des Fernrohres, senkrecht auf dessen Axe angebrachten Ring („Kreis") versteht, von dem man sich einen Durchmesser im (parallel dem) Meridian denken muß: der Eintritt der Gestirne in den Rand dieses Ringes, gleichwie ihr Austritt, lassen sich sehr genau observiren; und man erhält aus Vergleichung der entsprechenden Uhrzeiten zugleich die Momente des Meridiansdurchganges (der Culmination jener Gestirne), deren Differenz also die verlangte Rectascensions-Differenz in Zeit gewährt. Beispiele, wie gesagt, im betreffenden Artikel „Kreismikrometer" selbst. Wer den „Kreismikrometer" zuerst erdacht hat, weiß ich nicht genau anzugeben; vervollkommnet aber ist derselbe, wie ich in historischer Rücksicht noch hinzufüge, von dem großen Deutschen Meister optischer Instrumente, unserm genialen Frauenhofer.

Dieß wird, im Plane meines Werkes, über die Einrichtung der „Mikrometer", und die, demgemäß, dadurch auszuführenden astronomischen Messungen, etwann hinreichen. Leser, welche mehr verlangen sollten, verweise ich namentlich auf die schon citirte „Astronomie" von Lalande, 2te Aufl. B. II. §. 2346 flgd; ausserdem finden sich noch andere neueste mikrometrische Erfindungen beschrieben in dem, vom verewigten Wiener Astronomen Littrow, für die neue Auflage von Gehler's „Physikal. Lexicon" bearbeiteten, umfangreichen Artikel Mikrometer, wo, wie ich schließlich bemerke, auch eine Menge analytischer Entwicklungen beigebracht sind.

Mikroscop, Vergrößerungsglas; Microscopium; *Microscope* (*μικρός*, klein, *σκοπέω*, ich betrachte). Das bekannte Instrument, wodurch sich sehr kleine, aber nahe Gegenstände dem Auge deutlich und vergrößert darstellen: man hat zusammengesetzte und einfache, d. h. aus einem einzigen conver-convexen Linsenglase bestehende „Mikroscope";

und nur mit diesen letzteren hat es die Astronomie unter dem, schon im vorausgehenden Art. Mikrometer angedeuteten Gesichtspuncte zu thun.

Ich mache nämlich immer und immer wieder darauf aufmerksam, daß durch das astronomische Fernrohr, auf welches ich diese Betrachtung beschränke, ein betreffendes Gestirn nicht unmittelbar, sondern vielmehr wirklich nur in dem Bildchen („Miniaturbildchen", wie ich im vorangehenden Art. Mikrometer sage) wahrgenommen wird, welches davon, vermittelst der Brechung und Zusammenlenkung der Lichtstrahlen, die die Objectiv-Linse (das Vorderglas) bewirkt, im Innern der Röhre, im Brennraume, entsteht: dieses „kleine" und „nahe" Bildchen wird durch die „convex-convexe Linse" des Augenglases, also ganz in der Art, wie es die obige Definition von „Mikroscop" verlangt, „vergrößert" gesehen. Das „Bildchen" ist zwar (vergl. Fernrohr, S. 726.), nur als Luftbild vorhanden: um es eben sichtbar zu machen, müßte man es (die dasselbe durch ihren Zusammentritt bildenden Strahlen) an seinem Orte (in jenem Raume) z. B. mit einem weißen Papiere auffangen; allein von diesem bloßen Luftbilde kommen die (nach seiner Bildung alldort, nun weiter strebenden) Lichtstrahlen genau eben so als von einem wirklichen Bilde auf das Ocular, und durch dieses letztere in das Auge des Beobachters, welcher also in der That dieses Glas (diese biconvexe Linse) als ein „einfaches Mikroskop" auf das Gestirnbildchen im Brennraume anwendet.

Versetzt (gewähnt, erblickt) wird das, in Folge dieser Betrachtung durch das „Mikroskop" der Ocularlinse sodann vergrößerte Gestirnbild darum nicht weniger an das Himmelsgewölbe selbst: wir sind uns bewußt (Fernrohr, S. 439.), daß sich der Gegenstand auf ser der Röhre befindet, und suchen und finden ihn daher an seinem Himmelsorte; den besten Beweis aber, daß er es nicht unmittelbar, sondern daß es nur jenes sein Bild ist, welches uns alldort erscheint, gibt die umgekehrte Gestalt ab, in der wir ihn also gewahren, und welche eben auch das Bild zeigt, wenn man dasselbe im Brennraume auf die vorgeschriebene Art sichtbar macht.

Man sieht also, um das Gesagte schließlich nochmals zusammen zu fassen, daß die Betrachtung der Gestirne durch den Refractor ganz eigentlich auf die Betrachtung der von ihnen, vermittelst der Strahlenvereinigung, welche das Objectiv bewirkt, im Innern der Röhre entstehenden Bildchen, durch das vergrößernde Mikroskop der Ocularlinse, hinauskommt; — und dieß ist der astronomische Gesichtspunct für das „Mikroskop", den ich sonst nirgend aufgestellt finde, obgleich vielleicht Nichts geeigneter ist, die Wirkung des Fernrohrs in das richtige Licht zu setzen.

Alles Weitere über das Mikroskop gehört in die Physik, wohin ich, folgerecht, auch wegen der betreffenden historischen und literarischen Notizen verweise.

Milchstraße, Jacobsstraße*; Via lactea, Galaxia; *Voie-lactée*. Mit diesem Namen belegt man den, allen meinen Lesern bekannten, weißlichen Sternenstreifen (den Sternengürtel, die Sternenzone), welcher sich fast in der Lage eines größten Kreises und in ununterbrochenem Zusammenhange, ringartig an der ganzen scheinbaren Himmelshohlkugel hinzieht, und in seinen Sternen-reichsten

* Der Name „Milchstraße" kann von nichts anderm als ihrem „milchweißen" Sternenschimmer herrühren: meine Leser wissen, was das Alterthum in diesem Bezuge von der „Milch" der Juno fabelt; Kant („Naturgeschichte des Himmels". 4te Aufl. Zeitz. 1808. gr. 8. S. 8.) bezeichnet diese Benennung mit Rechte als „abgeschmackt", und schlägt dafür „Lichtzone", „Sternengürtel", „Glanzstraße" vor, wie ich mich dieser Ausdrücke oben bediene. Mit dem Namen „Jacobsstraße" aber haben erst Spanische Mönche diese Sternenzone belegt, vorgebend, daß sie den „Weg zum heiligen Jacob" bilde. Diese Erklärung gibt wenigstens Bode (der verewigte Berliner Hofastronom) „Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels". 9te Aufl. Berlin. 1823. gr. 8. S. 148.

Gegenden gleichsam einen lichten Hintergrund bildet. Dieser „Gürtel“, diese „Zone“ der „Milchstraße“ durchschneidet den Kreis der Ekliptik bei den Füßen der Zwillinge unter einer (soweit bei wechselnder Biegung und Breite von dieser Bestimmung die Rede seyn kann), von der rechtwinkligen nicht zu sehr abweichenden Neigung, geht dann nördlich durch den Perseus und die Cassiopeja, zum Kopfe des Cepheus und zum Schwane, hiernächst, getheilt in zwei Arme, durch den Fuchs, den Adler, den Sobieski'schen Schild, nach dem Bogen des Schützen, und durch den Poniatowski'schen Stier und den Arm und Fuß des Schlangenträgers, nahe am Skorpion vorbei; bei dem Sternbilde des Kreuzes kommt sie dem südlichen Weltpole* am nächsten, zeigt sich hier ziemlich schmal, und geht diesergestalt durch das Schiff und, breiter werdend, durch den vordern Theil des Eichhorns, wonächst sie die Füße der Zwillinge, als den Durchschnittspunct mit der Ekliptik, von welchem wir ausgegangen sind, wieder erreicht. — Stellt man sich die „Milchstraße“ in dieser angegebenen, von der senkrechten nicht zu sehr abweichenden Stellung eines fast größten Kreises gegen die (erweiterte) Ekliptik vor, und versinnlichet man sich zugleich die Erde, wie sie die letztere (die Ekliptik, ihre Jahresbahn) durchläuft; so erhellt, daß uns die „Milchstraße“ auch im ganzen Jahre, wenn gleich natürlich in sehr verschiedenen Lagen, am (abendlichen oder nächtigen) Sternenhimmel sichtbar bleiben muß: diese ihre wechselnde Erscheinung beschreibt Bode im eben citirten Werke, von Monat zu Monat, mit großer Ausführlichkeit; und man kann sich Rechenschaft über den Grund und die Art des Wechsels geben, wenn man die Erde in jener ihrer Jahresbahn verfolgt, und hiernach abnimmt, welche Regionen des Himmels uns dabei jedesmal Nachts zu Gesicht kommen (bei welchen Sternen, und welchen Sternen gegenüber die Sonne demgemäß jedesmal eben steht). Unterstützt wird man bei Verfolgung dieses Wechsels durch die mehrfachen kenntlichen Sterne, welche, hervorstechend aus dem „allgemeinen Schimmer“, einzelne Gegenden der „Milchstraße“ auszeichnen, auf welche Besonderheit ich unten zurückkomme.

Nach Plutarch's („Placita philosophorum“. Lib. III. cap. 1.) Zeugnisse hat schon Demokrit den, oben als Charakter der Milchstraße bezeichneten „weißlichen“ Schein von dem vereinten Schimmer zahlloser, in ihr enthaltener Fixsterne abgeleitet, welche zu klein seyen, um einzeln gesehen zu werden; und auch Manilius („Astronomicon“ lib. I.):

„An major densa stellarum turba corona
Contexit flammas, et crasso lumine candet
Et fulgore nitet collato clarior orbis?“

spricht, wie man sieht, die nämliche Muthmaßung aus. Gleich nach Erfindung der Fernröhre aber erklärte Galilei („Nuncius sidereus“ in den „Opere“. IV. 331.), auf Grund der Beobachtung (des Augenscheins), bestimmt, daß die Milchstraße in der That aus nichts anderm, als einer solchen Vereinigung unzählbarer Fixsterne bestehe. Dabei drängt sich, als Hauptumstand unserer Betrachtungen über den Gegenstand, indeß freilich sogleich die Frage auf, wie es zugehen möge, daß die Fixsterne (die Weltsysteme) gerade in dieser Zone so gedrängt erscheinen, dergestalt, daß die übrigen Gefilde des Himmels, im Vergleiche dazu, fast öde aussehen? Ich habe eine vorläufige Antwort auf diese Frage, mit Verweisung wegen des Näheren hierher, schon im Art. Fixsterne, S. 552. versucht, und auch bereits dort darauf hingedeutet, daß, da eine symmetrische Vertheilung der Welten durch den Weltenraum anzunehmen sey, hierbei wohl eine (vergl. unten), durch unseren excentrischen Standpunct in dem zur Wahrnehmung

* Diese, auf die südliche Halbkugel bezüglichen, von unsern Standpuncten aus unmittelbar natürlich nicht zu erhaltenden Bestimmungen verdankt man den, mit Beobachtung der dortigen Sternbilder an Ort und Stelle beschäftigt gewesenen Astronomen, unter denen wir ehrend schon früher den Französischen Himmelsforscher Lacaille ausgezeichnet haben, dessen dießfallsiges Werk „Coelum australe stelliferum“ bereits 1763 zu Paris in 4to erschienen ist.

für den irdischen Beobachter kommenden Theile der Unermeßlichkeit jenes Raumes, bedingte optische Täuschung* vorwalten möge. Lambert, in seinen vielfach erwähnten „Cosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltgebäudes". Augsburg. 1761. 8. S. 157; Kant, in der schon oben citirten, an den erhabensten Ideen überreichen „Naturgeschichte und Theorie des Himmels". 4te Auflage Zeitz. 1808. gr. 8. S. 9. und auch Herschel „Ueber den Bau des Himmels". Dresden. 1826. 8. passim (vergl. in Bezug auf ihn jedoch hinten) haben diese Ansicht, mit deren Entwicklung ich also anhebe, ziemlich übereinstimmend aufgestellt, und, unter derselben Annahme einer solchen „symmetrischen" Vertheilung der Systeme, demnach sogleich vorausgesetzt, daß die Sterne der Milchstraße, in Vergleichung mit den übrigen, nicht, wie es nur das Ansehen habe, wirklich näher beisammen stehen, sondern daselbst in den unergründlichen Tiefen des Himmels in Reihen und Schichten hinter einander liegen (oder, wie sich Kant ausdrückt, „nicht auf die scheinbare hohle Himmelssphäre neben einander gesetzt sind, sondern sich, in ihren Reihen, einer weiter als der andere von unserm Auge abstehend, in den Tiefen des Himmels verlieren")**.

„Wenn wir uns (Kant, l. c. ferner) hiernach eine ebene Fläche durch den Sternenhimmel hindurch in unbeschränkte Weiten gezogen denken, und annehmen, daß die Fixsterne (Systeme) zu dieser Fläche eine allgemeine Beziehung ihres Ortes haben; so wird ein, dieser Beziehungsfläche nahes Auge, bei seiner Aussicht in das Sterngefild, an der hohlen Kugelfläche des Firmaments („Innerfläche" wie ich mich ausdrücke, „der scheinbaren Himmelshohlkugel") diese dichteste Häufung der Sterne, in der Richtung der gezogenen Fläche, unter der Gestalt einer von mehrerem Lichte erleuchteten Zone erblicken, wie die „Milchstraße" eine solche Erscheinung wirklich gewährt. Dieser lichte Streif wird, wofern der Zuschauer seinen Standpunct im Mittelpuncte der Fläche selbst (oder doch nahe zu) hat, genau (oder doch auch fast) nach der Richtung eines größten Kreises fortgehen; und in dieser Zone werden dem Auge vorzugsweise viele Sterne erscheinen, welche jedoch, jener ihrer Anordnung in hinter einander fortgehenden Reihen, und der daher zunehmenden Kleinheit ihrer Erscheinung wegen, nicht alle einzeln, sondern nur mehr als ein gemeinschaftlicher Lichtschimmer wahrzunehmen seyn können. Das übrige Himmelsheer, dessen Beziehung zur also gedachten Fläche sich nach und nach vermindert, oder welches sich auch dem, solchergestalt excentrisch gedachten Beobachter näher befindet, wird dagegen mehr zerstreuet erscheinen; und es folgt hieraus, indem die Erscheinung mit der Wahrnehmung übereinstimmt, daß sich unsere Sonnenwelt, wenigstens nahezu, in

* Ich bevorworte sogleich, daß ich dieser Hypothese unten noch einen andern Erklärungsversuch folgen lasse, welcher meiner eigenen Ansicht von der Sache befriedigender entspricht.

** Nehmen wir, welches wohl diese Vorstellung von der Sache am besten unterstützt, und wenigstens die Möglichkeit einer bloß optischen Erklärung darthut, einmal an, man befinde sich auf einem freien runden Waldplatze, wo viele Baumgänge concentrisch ausliefen, die Bäume also auch in dieser Art reihenweise angeordnet wären, und nähere sich nun, vom Mittelpuncte aus, in welchem erst Alles uniform erschien, der Rundung (gelange in eine — s. oben — „excentrische" Stellung); so werden uns alsdann diejenigen Baumgänge, denen wir dadurch gerade gegenüber (gekommen) sind, vorzugsweise einzelne Vorderbäume (die obigen ausgezeichneten Sterne) zeigen, während wir die seitwärts gelegenen (Baumgänge) mehr oder weniger nach dieser Seiten-Ausdehnung, also nur überhaupt „baumreich" sehen. — Die Bäume repräsentiren in diesem Gleichnisse die Sterne; und einige Anstrengung der Einbildungskraft wird hinreichen, um dasselbe, wenigstens im Allgemeinen, auf den obigen Fall anzuwenden, und sich die Ueberzeugung zu verschaffen, daß unsere Stelle im Weltenraume auf die Erscheinung (vergl. hinten) von Einfluß seyn kann, welches ich auch nur zeigen will.

der Ebene der Milchstraße selbst befinde, in derselben aber eine excentrische Stelle einnehme*". — Soweit Kant über diese wunderbare Erscheinung; ich bekenne, daß ich den tiefsinnigen Denker nicht ganz verstehe, welches indeß den, mit seiner Sprache vertrauteren Lesern wohl besser gelingt, wogegen ich andere Leser auf das in der Anmerkung benützte Gleichniß verweise, welches, mit Bezug auf das aus optischen Gründen zu Erklärende, wenigstens im Allgemeinsten vollkommen anschaulich macht, wie eine andere als die centrale Stellung in der Raum-Unendlichkeit der nach Reihen geordneten Fixsterne, gewisse Regionen dieses Raumes Sternen- (in unserm Gleichnisse „Baum"-) reicher als die übrigen erscheinen lassen muß**.

Diese, angeführtermaßen, nach Lambert und Kant, Anfangs auch von Herschel admittirte Annahme einer „excentrischen Lage unseres Sonnensystems in der (Kreis-) Ebene der Milchstraße selbst" (oder doch nahezu), scheint also der Art. der Erscheinung, als einer, wie gesagt, bloß optischen Illusion, ein vollkommnes Genüge zu leisten. Indeß finde ich in meinen Notizen, daß eben Herschel, wie ich deßwegen auch gleich vorn angedeutet habe, später doch die vorgetragene rein optische Erklärung der Erscheinungen der Milchstraße nicht mehr für ganz zureichend erachtet und vielmehr die Meinung ausgesprochen hat, „diese Zone möge wohl aus Systemen bestehen, welche auf eine ganz andere Weise als die übrigen gewöhnlichen (vereinzelter erscheinenden) Fixstern-Systeme zusammengesetzt seyen"*; ferner wird dort hinzugefügt, daß sich demgemäß die Zahl der eigentlichen Centralsterne in der Milchstraße möglicherweise nicht höher als in anderen Himmelsstellen belaufen-, dagegen aber daselbst die Menge der Begleitsonnen (Sternsatelliten) unverhältnißmäßig größer seyn könne, wonach solchergestalt die besondere Sternendichtheit dieser Zone nicht mehr als eine bloß optische Täuschung, sondern als eine Realität erschiene.

Ich habe im Art. Fixsterne, S. 563. darauf hingedeutet, daß das Verhältniß der „Begleitsterne" („Sternsatelliten") zu den Centralsternen, unter einem höheren Gesichtspuncte, dem der Monde (als Planeten-„Satelliten") zu ihrem Hauptplaneten, vergleichbar seyn möge. Nun nimmt die Zahl dieser „Planetensatelliten" (Monde) in einer bestimmten Region unseres Systems (in der zweiten Gruppe) auf Einmal auch sehr zu: Jupiter hat 4, Saturn 7, Uranus wahrscheinlich noch mehr Monde; wogegen eine andere Region (die erste Gruppe) nur einen einzigen (den Erd-) Mond aufzuweisen hat. Dieser Analogie gemäß ist die obige Annahme einer Region am Fixsternhimmel, in welcher, ähnlichermaßen, die Zahl der Sternsatelliten unverhältnißmäßig größer wäre, als in dem übrigen Raume des Universums (des zu unserer Wahrnehmung kommenden Theiles der Unendlichkeit) gar nicht ohne große innere Wahrscheinlichkeit; und die Beobachtung bezeichnete also die Milchstraße als diese Region. Diese Hypothese schließt ferner die Eingangs behauptete symmetrische Vertheilung der Systeme (der Centralsterne sammt ihren Satelliten) und ihrer Anordnung nach Reihen, nicht aus: es fände sich danach, wie gesagt, vielmehr nur die Satellitenzahl in der Milchstraße in ähnli-

* Der gleich Eingangs hervorgehobene Umstand, daß uns die „Milchstraße" nur „fast", nicht genau wie ein „größter Kreis" erscheint, zeugt, unter Voraussetzung der Richtigkeit der Hypothese überhaupt, für diese Excentricität.

** Dieß Gleichniß eines Waldplatzes mit concentrisch auf denselben auslaufenden Baumgängen, auf welches ich, seiner von mir vermeinten Anschaulichkeit wegen, nochmals zurückkomme, schließt, wie man sieht, auch die Rundschau und die gedrängte Erscheinung der Bäume (Sterne) nirgend aus, und erklärt vielmehr zugleich das „Hervorstechen" einzelner Bäume (Sterne), denen der excentrische Beobachter näher steht, welchen Umstand ich deßwegen schon oben, mit Verweisung hierher, besonders bemerklich gemacht habe.

* Philos. Transact. für 1811 und 1821 passim.

chem Verhältnisse größer, als die Zahl der Monde in der zweiten Gruppe unseres bestimmten Systems; — die ganze Art der Erscheinung wird aber, unter dieser Voraussetzung, vielleicht einfacher erklärt.

Meinen Lesern bleibt nun die Wahl; ich darf Ihnen die Ansicht, welcher ich den Vorzug gebe, darum nicht aufdringen: „denn" so beendet der wackre Dorpater Astronom Mädler („Populäre Astronomie". Berlin. 1841. S. 401.) seine Betrachtungen über diese erhabene Materie, „es gebührt keinem Sterblichen, in einer so großen Angelegenheit, den entscheidenden Spruch zu thun; und wo keins unserer Maße den Raum, keine Geschichte die Zeit zu umfassen vermag, da darf mithin, statt einer bestimmten Darlegung des Zusammenhanges, nur eine leisere Andeutung der mehrfachen Möglichkeiten desselben erwartet werden". Auch füge ich daher über die Sache selbst weiter Nichts hinzu, und mache schließlich nur nochmals darauf aufmerksam, daß die Erscheinungen der „Milchstraße" in keinem Werke mit so großer (für meinen Plan freilich nicht zuläßiger) Ausführlichkeit dargestellt werden, als in Bode's deßhalb auch schon oben angeführter „Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels".

Minute, s. zunächst **Grad**, über dessen Theilung in 60′ dort das Nähere vorkommt; und vergl. sodann auch Stunde.

Mittag, Mittagsgegend, Süden; Meridies, Auster, Plaga meridionalis s. australis; *Midi*, Sud. Diejenige Welt- oder Himmelsgegend, in welcher, aus unseren Ländern* betrachtet, die im Osten aufgehenden, bei Beschreibung ihres Tagbogens sodann erst immer höher steigenden, und nachher gegen Westen dem Untergang zusinkenden Gestirne, ihren höchsten Stand über dem Horizonte erreichen. Oder: Süd („Mittag") ist der Punct (Mittagspunct, vergl. d. besondern Art.) des Horizonts, in welchem letzterer vom Meridian auf derjenigen Seite geschnitten wird, wo wir (aus „unseren" Ländern; vergl. die Anmerk.) die culminirende Sonne erblicken; und die betreffende Himmelsgegend ist also die „Mittagsgegend" (der diametral entgegengesetzte Punct des Horizonts heißt der Nord-, der Mitternachtspunct, s. ebenfalls d. besondern Art.*). — Ich füge diese zweite Definition gleich hinzu, weil die erstere, wie man sie gleichwohl überall findet, in ihrer obigen Ausdehnung auf alle Gestirne, eine Unbestimmtheit enthält: der Polarstern z. B. „erreicht seinen höchsten Stand über dem Horizonte" offenbar nicht gegen Süden.

Mittag, Mittagszeit; Meridies; *Midi*. Derjenige Moment des Tages, an welchem (vergl. unten) der Mittelpunct der Sonne seinen höchsten Stand hat, sich im Mittagkreise befindet, culminirt. Ich habe in diesem Art. „Culmination", S. 211. gezeigt, daß jener Moment des (wahren**) Mittages, der Culmination des (weiter durch Nichts bezeichneten) Sonnen-Mittelpunctes,

* „Aus unseren Ländern". Beziehen wir uns, zur augenscheinlichsten Erklärung dieser Bedingung, auf den bestimmten Tagkreis des Aequators: er liegt zwischen „unseren" und den Ländern der entgegengesetzten Halbkugel; und gleichwie wir, um einen Stern zu seinem höchsten Stande darin zu verfolgen, das Auge also nach Süden („Mittag") richten, muß der Beobachter auf jener Halbkugel dazu vielmehr nach Norden sehen.

* Jeder Horizont schneidet den Aequator im wahren Ost- und West-Puncte des Beobachters; die, einer- und anderseits um 90° Grad davon abstehenden Puncte des Horizonts bezeichnen darin, jener „Mittag", dieser Mitternacht (vergl. Cardinalpuncte). Wie vertrauet man mit dieser Vorstellung auch zu seyn glaubt, so kann ich deren wiederholte Versinnlichung doch nicht genug empfehlen.

** Ueber den Unterschied zwischen dem, im gegenwärtigen Art. allein zu betrachtenden „wahren"- und dem mittleren „Mittage" kann ich mich hier nicht ausführlicher verbreiten, und muß dieserwegen auf den, unten ohnedieß mehrfach citirten, die Gleichung der Zeit betreffenden Vortrag verweisen.

vermittelſt der Beobachtung der Culminationszeiten des (im — vergl. unten — Antritt immer genau wahrnehmbaren) vorangehenden und des folgenden Sonnen-Randes (aus welcher Zeiten Summe das arithmetiſche Mittel zu nehmen iſt) gefunden wird. Es zeige z. B. eine, beſonders ſorgfältig gearbeitete und ſich dadurch von den gewöhnlichen unterſcheidende, ſtets (genau) nach mittlerer Zeit (d. h. ohne nach der Sonne gerückt zu werden) fortgehende (etwann Pendel-) Uhr* an einem 1ſten Januar im Augenblicke des Eintrittes des vorangehenden Sonnen-Randes in den Meridian (des Antrittes dieſes äußerſten Sonnen-Randpunctes an den, dem Meridian entſprechenden Verticalfaden des Fadenkreuzes vom Objectiv) $12^h\ 3'$, und beim Eintritte des folgenden Randes (ich beſchränke mich auf ganze Minuten) $12^h\ 5'$**; ſo hat der Mittelpunct der (ſich gleichförmig durch den Meridian ſchiebenden) Sonne offenbar culminirt um $\left(\frac{12^h\ 3' + 12^h\ 5'}{2} =\right) 12^h\ 4'$: der wahre Mittag (12 der Sonnen-Uhr) hat Statt gefunden, als die (bezeichnete Pendel-) Uhr jene 4′ mehr zeigte. Nun beträgt die Gleichung der Zeit am betreffenden 1ſten Januar wirklich + 4′* (genauer [vergl. d. A. S. 658] + 3′ 48″); und die Beobachtung des (wahren) „Mittages", überzeugt uns alſo vom richtigen Uhrgange, welches zugleich ein Beiſpiel des Nutzens ſolcher Beobachtungen gewährt (eine andere Anweiſung dazu im Art. Methode der correſpondirenden Höhen).

Die Aſtronomen zählen ihre Stunden von (vergl. unten) einem „Mittage" bis zum nächſt folgenden, von 0 bis 24, in Einem fort. Nach der bürgerlichen Rechnung dagegen, welche den Tag bekanntlich von Mitternacht anfängt, und nur bis 12 zählt, trifft der „Mittag" auf das Ende der ſo gezählten 12ten Stunde: die 12 erſten Stunden heißen dabei Vormittags-, die 12 letzten Nachmittags-Stunden (vergl. Stunde); und „Mittag" fällt demnach in die Mitte des Tages, oder der Zeit, welche die Sonne über dem Horizonte zubringt, daher der Name.

Jenem Unterſchiede zwiſchen der aſtronomiſchen und der bürgerlichen Art der Stundenzählung gemäß, iſt alſo z. B. nach:

aſtronomiſcher Rechnung:		bürgerlicher Rechnung:
0 Uhr des 1ſten Januars	=	12 Uhr Mittags, des 1ſten Januars,
1 — (Nachmittags)	=	1 — Nachmittags,
12 — (Mitternachts)	=	12 — Mitternachts,
13 — (Morgens)	=	1 — Morgens des zweiten Januars,

* Dieß ſind die gleich nach mittlerer Zeit geſtellten und nicht weiter alterirten ſogenannten „Probir-Uhren" der Uhrmacher (beim Gebrauche für Sternwarten „aſtronomiſche" Uhren), wogegen man die zu Schluſſe erwähnten gewöhnlichen Stadt-, Zimmer-, oder Taſchen-Uhren meiſtens lieber oft nach der Sonne (nach dem wahren „Mittage") ſtellt (ihren mittleren Fortgang danach alterirt).

** f. peinliche Leſer. Der Durchmeſſer der Sonne iſt dabei, zur leichteren Ueberſicht, genau = $\frac{1}{2}^0$, und ſie ſelbſt im Aequator angenommen, indem ſich $\frac{1}{2}^0$ des Aequators eben in ($12^h\ 5' - 12^h\ 3' =$) 2 Zeit-Minuten durch den Meridian ſchiebt; jener Durchmeſſer beträgt an dieſem Tage freilich etwas mehr, und die Sonne iſt auch noch nicht im Aequator, welchem Einwande ich aber, da es ſich hier nur um ein Beiſpiel handelt, durch dieſe Bemerkung vorbeuge. — Daſſelbe iſt übrigens, wie man bei näherer Betrachtung wohl finden wird, nicht ohne Abſicht gerade von dieſer beſtimmten Form gewählt worden.

* Dieß heißt, um durch die Erinnrung daran, wie ich es gern mache, Alles in Eine Ueberſicht zu vereinigen: die Gleichung der Zeit (hier die + 4′) iſt dasjenige, was man zu 12 addiren oder davon ſubtrahiren muß, um zu haben, wieviel eine nach mittlerer (Sonnen-) Zeit richtig gehende (Pendel- oder Taſchen-) Uhr in dem Augenblicke zeigen muß, in welchem die Sonnen-Uhr Mittag (12 Uhr) angibt.

wonach man leicht selbst weiter gehen kann. Dabei ist (ich habe in diesem Bezuge oben hierher verwiesen) zu bemerken, daß der Astronom (meistens nur) mittlere Zeit (wie sie seine vorn erwähnte „astronomische" Uhr angibt) eines bestimmten Meridians bezeichnet, also vom mittleren „Mittage" dieses Meridians ab rechnet, wogegen im bürgerlichen Leben, der gegebenen Definition gemäß, unter Mittag, wie gesagt (großentheils), der wahre Mittag (der Culminationsmoment des Sonnen-Mittelpunctes) verstanden wird, indem man, (vergl. vorn) die gewöhnlichen (z. B. Taschen-) Uhren gern auf 12 stellt, indem die Sonnen-Uhr (der Gnomon [vergl. d. Art.], wie dergleichen Einrichtungen noch an so vielen Orten vorhanden sind) eben „Mittag" angibt. Noch weiteres Detail im schon citirten verwandten Artikel Gleichung der Zeit, besonders S. 661.

Mittagsfernrohr, s. Passagen-Instrument. Indeß benütze ich die vorläufige Erwähnung dieses Instruments, um mit Bezug auf die, im Art. Culmination, S. 210. in der Anmerk. gemachte Bevorwortung, gleich hervorzuheben, daß zwischen dem „Mittags-Fernrohre" und dem Passagen-Instrumente allerdings die dort erwähnte kleine Verschiedenheit besteht. Unter dem Passagen-Instrumente nämlich, in der weitesten Bedeutung, wird lediglich ein, im (parallel dem) Meridian drehbares Fernrohr verstanden, wogegen das „Mittags-Fernrohr" schon mit einem getheilten Kreise versehen ist, um, ausser den „Passagen" (den Culminationen) der Gestirne zugleich die Mittagshöhe, wenigstens beiläufig, anzugeben; — der Meridiankreis (vergl. d. besondern Art.) hingegen unterscheidet sich davon wieder durch die genaueste gleichzeitige Angabe beider Daten, und bildet demnach ebenso ein vervollkommnetes „Mittagsfernrohr", wie letzteres ein vervollkommnetes „Passagen-Instrument". Die Gesammtheit dieser Instrumente endlich begreift man, namentlich dem Viertelkreise (dem Quadranten) gegenüber, unter dem gemeinschaftlichen Namen der „ganzen Kreise", wozu auch noch der Multiplicationskreis gehört, über welchen nicht weniger ein eigener Artikel handelt.

Mittagsfläche; Planum meridiani; *Plan du méridien.* Eine Ebene durch die Weltaxe und den Scheitelpunct (also durch die Verticallinie). Da sich die Himmelskugel, gemäß der (scheinbaren) Tagesbewegung, um jene Axe drehet, so gelangen alle Gestirne (alle Puncte der Himmelskugel) dabei in die Mittagsfläche, und sind also dann dem, angegebenermaßen, in ihr liegenden Scheitelpuncte am nächsten (culminiren dann). Daher muß die Ebene durch die Mittagsgegend (vergl. d. A.*) gehen; sie heißt davon die „Mittagsfläche"; und ihr Durchschnitt mit dem Kreise des Horizonts bestimmt in demselben den Mittagspunct (s. auch diesen besondern Artikel).

Die „Mittagsfläche" enthält, wie gesagt, die Weltaxe und die Scheitellinie, und ist also zugleich auf der Ebene des Aequators und der Ebene des Horizonts perpendicular.

Unmittelbar angegeben findet sie sich dadurch, daß, wie aus ihrer Bezeichnung folgt, die Schatten lothrecht (vertical) aufgerichteter Stäbe, im Augenblicke des wahren Mittages (der Culmination des Sonnen-Mittelpunctes) in sie fallen.

Mittagshöhe; Altitudo meridiana; *Hauteur méridienne.* Diejenige Höhe, welche ein Gestirn eben im Mittagskreise erreicht, und welche größer als die, in jedem andern Vertical erstiegene ist**.

* In diesem Art. ist auch der dabei für die nördliche und südliche Halbkugel zu machende Unterschied hervorgehoben; hier sprechen wir bloß von der erstern (als der unsrigen). Man vermeidet aber überhaupt die Nothwendigkeit, auf diesen Unterschied Rücksicht zu nehmen, wenn man sich begnügt, die „Mittagsfläche" ganz einfach als „die Ebene des Mittagskreises (Meridians)" zu bezeichnen.

** Vergl. über die Möglichkeit der Erreichung einer größeren Höhe in einem andern (dem Mittagskreise bloß nahen) Vertical durch ein, seine Abweichung schnell änderndes Gestirn, die

Man betrachte ein über den Morgenhorizont heraustretendes (ein aufgehendes) Gestirn: dasselbe steigt, bei weiterer Beschreibung seines Tagbogens (s. d. A.), immer höher (zeigt in jeglichem erreichten Vertical eine größere Höhe über dem Horizont, einen geringeren Abstand vom Zenith des Beobachters), bis es, auf der Mitte seines Weges (jenes Tagbogens), seine größte, seine „Mittagshöhe" (seinen kleinsten Zenithabstand) in dem, den „Tagbogen" halbirenden Mittagskreise erlangt, und nun, mit eben so gleichförmig* abnehmender Höhe (zunehmender Zenithdistanz), die zweite Hälfte seines Weges (Tagbogens) bis zum Abendhorizonte (zum Untergange) zurücklegt.

In dieser Darstellung ist, wie man sieht, nur von Gestirnen die Rede, welche auf- und untergehen; Sterne dagegen, die immer über dem Horizonte bleiben (bei uns die nördlichen „Circum-Polarsterne", vergl. den besondern Art.), und uns deßwegen auch bei Beschreibung ihres ganzen Tagkreises (nicht mehr bloß „Bogens") sichtbar sind (bei ihrer „oberen" und „unteren" Culmination — vergl. auch diesen Art. S. 211. Sp. 1. — beobachtet werden können), erreichen, wie man sich leicht vorstellig macht, ihre größte sowohl als ihre kleinste Höhe im Mittagskreise**, wobei aber, wenn von „Mittagshöhe" schlechthin die Rede ist, immer wieder jene größte Höhe verstanden wird.

Die Sonne endlich besitzt also ihre „Mittagshöhe" zur Mittagszeit (zur Zeit des wahren Mittags; vergl. d. A. Mittagszeit).

Artikel Höhe der Gestirne, S. 783 und Culmination, S. 209.

* Vom Einflusse der Abweichungsänderung, namentlich bei der Sonne, dem Monde, sehe ich dabei ab; hierüber verbreitet sich der besondere Art. Methode der correspondirenden Höhen.

** Letzteres gilt zwar auch von untergehenden Gestirnen, welche aber natürlich bei ihrer Passage durch die untere Hälfte des Meridians für uns unsichtbar sind.

Mittagskreis, Mittagscirkel, Meridian; Meridianus; *Méridien.* Derjenige größte Kreis der Sphäre, welcher durch beide Weltpole und den Scheitelpunct (des bestimmten Beobachters) geht, — der Durchschnitt der Mittagsfläche mit der Innerfläche der eingebildeten Himmelshohlkugel, heißt der Meridian (jenes bestimmten Beobachters, Ortes). In diesem Kreise erreichen die Gestirne bei der scheinbaren täglichen Umdrehung des Himmels um die Weltare ihren höchsten Stand über dem Horizonte; und wenn dabei der Mittelpunct der Sonne in demselben steht, so ist es Mittag.

Der „Mittagskreis" theilt die ganze Himmels-Hohlkugelfläche in zwei gleiche Hälften, die östliche und westliche Halbkugel (Hemisphaerium orientale et occidentale; *Hémisphère orientale et occidentale*): dem vom sichtbaren Weltpole hinweg, also in unsern Ländern (auf der nördlichen Halbkugel) gegen Mittag (gegen Süden, nach dem Aequator zu) gekehrten Beobachter liegt die östliche Halbkugel links, die westliche Halbkugel rechts*. Von den beiden Durchschnittspuncten des „Mittagskreises" mit dem Horizonte heißt der vom Nordpol abgekehrte (weiter** entfernte) der Mittagspunct

* Es versteht sich, daß auf der entgegengesetzten, der südlichen Halbkugel, gerade das Umgekehrte Statt findet: der dort nach dem Aequator, und uns, eben dahin Blickenden, also in das Auge schauende Beobachter hat, dieser eben so entgegengesetzten Stellung wegen, die östliche Halbkugel rechts, die westliche Halbkugel links; ein Gestirn z. B. im Aequator, geht dem dortigen Zuschauer (statt uns zur Linken) vielmehr zur Rechten auf.

** Für „Sphaera *recta*", um einem Bedenken vorzubeugen, fallen diese Durchschnittspuncte (vergl Sphäre) natürlich mit den Polen zusammen; für „Sphaera *parallela*" hat die Bedingung offenbar gar nicht Statt. — Unsere Betrachtungen setzen, wie ich auf diese Veranlassung nochmals bevorworte, auch stillschweigend „spaeram *obliquam*" der Nordhalbkugel voraus.

(Punctum meridianum; *Point méridional*), der entgegengesetzte (diesem Pole nähere) der Mitternachtspunct (Punctum septentrionale; *Point septentrional*); über beide Puncte handeln eigene Artikel. Die von denselben um 90° entfernten Puncte des Horizonts (die gleichzeitigen Durchschnittspuncte dieses letzteren mit dem Aequator): der Abend- und Morgen-Punct (vergl. beide Art.), sind (eben so) die Pole (s. auch diesen Art.) des „Mittagskreises" (wie der Nord- und Süd-Pol die Pole des auf dem Mittagskreise perpendicularen Aequators).

Auf der künstlichen „Himmelskugel" findet sich der „Mittagskreis" durch den, S. 761. dieses Artikels beschriebenen messingenen Ring repräsentirt, welcher, angegebenermaßen, in seine 360 Grade u. s. w. getheilt ist, dergestalt, daß sich Polhöhe, Aequatorshöhe, Abweichungen der Gestirne u. s. w. vermittelst dieses künstlichen „Mittagskreises" angeben lassen.

Die Beobachtungen des Durchganges der Gestirne durch den Mittagskreis sind für den praktischen Astronomen von der größten Wichtigkeit: d. A. Culmination handelt ausführlich darüber; ich bemerke, zur Plan-gemäßen Abrundung des gegenwärtigen Vortrages daraus nur, daß offenbar der Zeit-Unterschied zwischen zwei solchen Gestirndurchgängen dem Rectascensionsunterschiede dieser Gestirne entspricht; der Durchgang des Mittelpunctes der Sonne insonderheit aber bestimmt den Moment des wahren Mittages des Beobachtungsortes (und, [vergl. d. A. Mittagszeit] mit Bezug auf die Zeitgleichung* und die danach in jenem Momente regulirte Uhr, die allaugenblickliche wahre Zeit für denselben Ort).

Mittagskreise der Erdkugel, Meridiane der Erde; Meridiani terrae s. terestres; *Méridiens de la terre.* Diesen Namen führen alle größten Kreise der Erdkugel, welche durch die beiden Pole derselben gehen (die Definition des im vorangehenden Artikel behandelten Himmels-Meridians verlangt zugleich den „Scheitelpunct", von dem auf der Erde selbst natürlich nicht weiter die Rede seyn darf): durch jeden Ort der Erde (jeden Punct der Erdkugel-Oberfläche) kann man sich einen solchen Kreis gehend denken, welcher demnach den „Mittagskreis" dieses bestimmten Ortes abgibt. Die erweiterte Fläche dieses Kreises wird sodann für denselben Ort die Mittagsfläche (vergl. d. A.), und bezeichnet, indem sie die Innerfläche der scheinbaren Himmels-Hohlkugel durchschneidet, also an derselben den (himmlischen) Mittagskreis.

Mehrentheils versteht man aber unter dem (irdischen) „Mittagskreise" eines Ortes nur diejenige Hälfte dieses größten Kreises, welcher sich von einem Pole, durch den Ort, bis zum andern Pole* erstreckt, und betrachtet die andere Hälfte als den entgegengesetzten Meridian. Allen Puncten (Orten) der Erdkugel-Oberfläche, welche in einer solchen gemeinschaftlichen (Meridian-) Hälfte liegen, entspricht auch der nämliche Himmels-Mittagskreis (dessen nämliche Hälfte), und sie haben mithin Einerlei Mittag, oder vielmehr überhaupt Einerlei Zeit; die Orte der andern Hälfte des irdischen Meridians sehen natürlich auch die entsprechende andere Hälfte des himmlischen Meridians, und ihre Mittage, gleichwie alle ihre übrigen Zeit-Angaben, sind also von jenen immer um 12 Stunden unterschieden. Nun erreicht die Sonne, bei ihrem scheinbaren Tages-Umlaufe um die Erdkugel, natürlich jeden „Mittagskreis", und mithin auch jede solche „Hälfte" desselben, in einem andern physischen Momente, in welchem demnach allererst der (wahre, woraus der mittlere durch die Zeit-

* Die „Zeitgleichung" für die betreffenden 24 Stunden constant angenommen.

* Dieß ist die gewöhnliche Darstellung; damit aber alles Folgende stets streng wahr bleibe, sollte man eigentlich auch noch auf die Abweichung der Sonne Rücksicht nehmen, indem der Erleuchtungsgrenzkreis nur wenn diese Abweichung = 0 ist, eben durch die „Pole" geht. — Meine Leser werden sich mit einiger Anstrengung der Einbildungskraft leicht von der Richtigkeit dieser Einschränkung überzeugen.

gleichung folgt) Mittag dieser bestimmten Meridianhälfte* (der in ihr liegenden Orte) eintritt; und wenn also z. B. in den astronomischen Angaben der Kalender der physische Moment einer Himmelsbegebenheit: einer Finsterniß u. s. w. bezeichnet werden soll, so schreibt man (vergl. d. Anmerk.): „sie ereigne sich zu der und der Stunde, Minute u. s. w. nach (wahrer oder mittlerer) Zeit des Meridians des und des bestimmten Ortes.“ In gleicher Art finden sich die Zeit-Angaben für die Planetenörter in den astronomischen Tafeln auf einen bestimmten Meridian bezogen: im Berliner Jahrbuche auf die (mittlere) Zeit im Meridian des Berliner Observatoriums; in Kepler's Rudolphinischen Tafeln (um auch ein schon älteres Beispiel zu geben) auf den Meridian von Uranienburg (wo Tycho seine, von Kepler genützten Beobachtungen anstellte) u. s. w.

Die Mittagskreise der Erde werden, wie alle Kreise, in 360 Grade getheilt; und in solchen Graden und deren Theilen wird die „geographische“ Breite (vergl. d. A.) der Orte angegeben: betrachtet man dabei die Erde als eine vollkommne Kugel, so kommt bekanntlich jedwedem solchen Grade eine lineare Ausdehnung von 15 geographischen Meilen zu. Bei Untersuchungen dagegen, welche eine Rücksicht auf die Abplattung (vergl. d. A.) des (nur nahe kugelförmigen) Erdkörpers erheischen, darf man, wie im citirten Artikel näher gezeigt wird, diese Grade der Mittagskreise nicht mehr linear ganz gleich annehmen, indem sie vom Aequator ab nach den Polen hin an Ausdehnung etwas wachsen (flacher werden). Orte, welche in Einerlei „Mittagskreise“ liegen, haben auch Einerlei geographische Länge; liegen sie dagegen in verschiedenen Meridianen, so ist ihre Länge verschieden, daher dieser Unterschied der Längen (vergl. Länge, geographische) durch den Unterschied der Meridiane, d. h. durch den Unterschied der Zeit* bestimmt wird. — Verzeichnisse

* Der wahre Mittag: 12 der Sonnen-Uhr, trete danach z. B. am 1sten Januar, für einen bestimmten Ort, sey es Berlin (für den dortigen Mittagskreis), eben ein; so bezeichnet man den entsprechenden physischen Moment, namentlich das Statthaben irgend einer Himmelsbegebenheit zu demselben, indem man sagt: „sie ereignet sich an jenem 1sten Januar, um 12 Uhr wahrer Berliner Zeit“; an einem andern, setzen wir einen 15° der geographischen Länge (1 Stunde Zeit) weiter westlich gelegenen Orte ist es (vergl. unten) dann (im nämlichen physischen Momente) erst 11 Uhr Vormittags; — und man muß wegen dieser Uhr-Verschiedenheit verschiedener Meridiane für gleichwohl ganz nämliche physische Momente, also schlechterdings die (Uhr-) Zeit eines bestimmten Meridians angeben. — Will man mittlere (statt der obigen wahren Sonnen-) Zeit; so weiß man, daß die Zeitgleichung (s. Gleichung der Zeit, S. 658.) für den zum Beispiele gewählten 1sten Januar zu Berlin + 3′ 48″ beträgt; und sagt also: „die (in Rede stehende) Himmelsbegebenheit ereignet sich an jenem 1sten Januar um 12h 3′ 48″ „mittlerer“ Berliner Zeit (denn soviel zeigt, Zeitgleichungsgemäß, die astronomische, stets letztere Zeit genau einhaltende Uhr zu Berlin, wenn eben daselbst am 1sten Januar der wahre Mittag, die 12 der Sonnen-Uhr, eintritt, so daß demnach durch die beiden, nur in der Zahl [in der Beziehung entweder auf die Sonnen-, oder die astronomische Uhr], aber nicht im Sinne verschiedenen Angaben: 12h wahrer-, oder 12h 3′ 48″ mittlerer „Berliner“ Zeit, derselbe physische Moment bezeichnet wird).

* Wenn also, wie ich deßwegen in der vorangehenden Anmerk. hierher verwiesen habe, die (Uhr-) Zeit einer solchen Himmelsbegebenheit, — nehmen wir die Verfinsterung eines Jupiterstrabanten, für den Berliner „Meridian“ angegeben ist; so muß der Beobachter an einem andern Orte wissen, wieviel Längengrade, östlich oder westlich, sein Meridian vom Berliner Meridian abliegt, wonach sich erst ergibt, welche (Uhr-) Zeit bei ihm in dem nämlichen, nur durch

geographischer Längen, woraus also jener Unterschied der „Mittagskreise“ folgt, sind, wie ich schließlich bemerke, zu Ende desselben Artikels nachgewiesen.

Mittagskreis, erster; Meridianus primus; *Premier Méridien.* Derjenige Mittagskreis der Erde*, welcher durch einen (hierbei, vergl. d. Anmerk.) ganz willkührlich gewählten, als Anfangspunct betrachteten Punct des Aequators gedacht (gezogen) und deßhalb zum „ersten“ aller übrigen Meridiane angenommen wird. Es kann nämlich (vergl. d. unmittelbar vorangehenden Art.) von einem Pole zum andern offenbar durch jedweden Punct des Aequators ein halber größter Kreis geführt werden: diese Halbkreise sind die „Meridiane“ der Puncte, durch welche sie gehen; und die dazwischen enthaltenen Bögen des Aequators bezeichnen die Meridiandifferenzen (s. auch diesen besondern Art.), die Unterschiede der geographischen Längen. Will man aber statt des bloß relativen Werthes dieser „Unterschiede“ eine absolute Bestimmung für die Längen selbst haben, so muß man sich natürlich über einen Punct des Aequators vereinigen, von welchem an gezählt werden soll.

Da dieß solchergestalt offenbar bloße Sache der Convenienz ist, so hat man dem „ersten Mittagkreise“ auch zu verschiedenen Zeiten und aus unterschiedenen Rücksichten, sehr verschiedene Lagen gegeben, worüber ich, mit Verweisung wegen des Weiteren hierher, schon im Vortrage über Länge, geographische, Einiges angeführt habe. Die Alten nahmen diesen „ersten Meridian“ etwann durch die westlichsten ihnen bekannten Länder an: Ptolemäus namentlich zog ihn durch die westwärts der Afrikanischen Küste gelegenen Canarischen Inseln (Insulae Fortunatae), von denen man die Erdfläche zu rechnen anfing; Eratosthenes, der uns aus d. A. Erde, S. 353. bekannte Griechische Geometer, durch die Säulen des Herkules; — und noch mehrere dießfallsige Angaben findet man beim Fabricius „Allgemeine Historie der Gelehrsamkeit.“ Lpzg. 1752. 3 B. 8. I. 150. Auch ist es jetzt noch nicht ungewöhnlich, den „ersten Mittagskreis“ in diese Gegend zu versetzen, indem man dadurch den Vortheil erlangt, auf Planiglobien (vergl. Planisphär) die sogenannte „alte Welt“ ganz in die östliche, und die „neue“ wenigstens größtentheils in die westliche Halbkugel zu bringen*.

Gerhard Mercator (s. Mercator's Projection, wo biograph. Notizen) auf seinen Charten, und nach ihm Riccioli (Band I. S. 343. unseres Werkes) „Geographia reform“. L. IX. cap. 2. rechneten den „ersten Mittagskreis“ durch die Canarische Insel Palma, und zwar durch den Hafen St. Cruz,

jene Berliner Zeit bezeichneten, physischen Augenblicke der Verfinsterung ist. Wäre die Verfinsterung z. B. für 12 Uhr (mittlerer oder wahrer) Berliner Zeit angekündiget, so zählt man, im Augenblicke ihres Eintrittes, auf dem 15 Grad östlicher gelegenen Mittagskreise schon 13 Uhr (mittlerer oder [vergl. Gleichung der Zeit, S. 662.] davon nur um die, für denselben Tag unveränderlich angenommene Zeitgleichung, verschiedener wahrer Zeit), auf dem 15° westlich abstehenden aber erst 11h — Diese Zeitverschiedenheit erscheint demnach als eine Constante, welche man mit ihrem Zeichen, den Angaben der, unmittelbar natürlich nur für einen bestimmten Meridian giltigen astronomischen Ephemeride immer erst hinzusetzen muß, um die entsprechende Zeit seines Meridians zu haben.

* Der „Erde“: denn am Himmel zählt man die Längen von dem bestimmten Puncte des Frühlingsäquinoctiums an, durch welches der Kolur (vergl. d. A.) der Nachtgleichen geht, welcher also den ersten der Himmels-Meridiane abgibt.

* Die Leser finden die „östliche“ und „westliche“ Halbkugel, solchergestalt neben einander gestellt, in Ihrem Atlas, als wenn die Erdkugel dazu durch die Ebene des in der beschriebenen Art gezogenen „ersten Meridians“ durchschnitten, und als wenn hiernächst jede der beiden Kugelhälften im Kreisumfange dieses Meridians auf einen Plan gebracht („Planiglobium“) wäre.

„indem Chriſtoph Colomb zur Entdeckung der neuen Welt aus demſelben ausgeſegelt ſey.“ Wilhelm Bläu (berühmter Buchdrucker und Landcharten-Verfertiger zu Amſterdam, † 1638.) legte dieſen Meridian etwas weiter weſtwärts durch die Azoriſchen Inſeln Corvo und Flores, weil die Magnetnadel, zu ſeiner Zeit, daſelbſt keine Abweichung zeigte, rückte ihn aber nachher ſelbſt auf die, durch ihren hohen „Pic“ ausgezeichnete Inſel Teneriffa*; und die Holländiſchen Geographen ahmten ihm darin nach.

In Frankreich dagegen hatte man zum Orte dieſes Kreiſes alsbald die weſtlichſte Küſte der Inſel Ferro (Ferri, *Isle de fer*) angenommen; und Ludwig XIII. ſetzte, um allen dießfallſigen Unbeſtimmtheiten ein Ende zu machen, durch einen wiederholten** Befehl vom 25ſten April 1634 feſt, daß die Franzöſiſchen Geographen und Seefahrer die Längen nie anders als von dieſem Meridian von Ferro anzählen ſollten. Die Beobachtungen des P. Feuillée (eines geübten Franzöſiſchen Aſtronomen jener Zeit) zeigten, daß die Stadt auf dieſer Inſel Ferro . . . . . 19° 54′ 15″ weſtlicher als der Mittagkreis des Pariſer Obſervatoriums liege; die Küſte fand ſich zugleich wieder „ 8 — 15 weſtlicher als die Stadt; demnach jener Pariſer Meridian eine Länge von . . . . . 20° 2′ 30″ erhielt. — Man vereinigte ſich aber, der Leichtigkeit wegen, bald dahin, die letztere Länge gerade = ... 20° — — zu ſetzen, und den erſten Meridian demgemäß . . . . . „ 2′ 30″ weniger weſtlich, alſo (vergl. d. Anmerk.) zwiſchen Stadt und Küſte von Ferro anzunehmen. Dieſe Abſtandsbeſtimmung von genau 20° gilt auch jetzt noch: was man „erſten Meridian“, oder (beſonders in den deutſchen Geographien) Meridian von Ferro nennt, iſt der, durch Hinzurechnung von 20° weſtlicher Länge verkappte Pariſer Meridian**. Dieß,

* Dieſer Pic von Teneriffa iſt neuerlich wieder dazu vorgeſchlagen worden: der verewigte Leipziger Aſtronom Brandes ſetzt in dem von ihm gearbeiteten Art. Länge, geographiſche, in der viel citirten neuen Ausg. von Gehler's „Phyſikal. Wrtrb.“, die Vortheile dieſer Wahl auseinander. Die weſtliche Länge dieſes Pics vom Pariſer Meridian beträgt 18° 59′ 52″, wofür ſich wohl gerade 19° nehmen, und damit auch Leichtigkeit der Rechnung erreichen ließe.

** Im Art. Länge, geographiſche, iſt eine frühere dießfallſige Beſtimmung ſchon aus dem Jahre 1630 angeführt.

* Spätere Beobachtungen der Franzöſiſchen Aſtronomen de Borda und Pingré laſſen dieſe frühere Beſtimmung, welche ich zur beabſichtigten hiſtoriſchen Vervollſtändigung d. A. Länge, geographiſche, hier nicht übergehen dürfte, als ungenau erſcheinen: es liegt danach (vergl. Zach's „Monatliche Correſpondenz“. Bd. XV. und XVI. passim) die Oſtſpitze der Inſel Ferro 20° 17′ ₃, und ihre Weſtſpitze 20° 30′ weſtlich vom Pariſer Meridian; und der „erſte Meridian“, wenn er gerade nur 20° weſtlich vom letzteren abſtehen ſoll, fiele alſo 30′ öſtlicher als jene Weſtküſte, in die offne See. — Man iſt indeß (vergl. oben) dabei geblieben, den „erſten Meridian“, unter der Benennung „Meridian von Ferro“ genau 20° weſtlich vom Pariſer anzunehmen.

** So finden die Leſer z. B. in Encke's „Aſtron. Jahrb.“ die öſtliche Länge des Berliner neuen Obſervatoriums vom obigen Meridian des Pariſer Obſervatoriums = ... 11° 3′ 30″; in Ihren geographiſchen Handbüchern aber wird jene Länge Berlins von Ferro zu . . . . . 31 — 3 — 30 angegeben, welches genau den Unterſchied der 20° „ „ bringt.

zur augenblicklichen Verständniß der sonst auffälligen Differenz, zu wissen, ist das Wesentliche bei der Sache; in der neuesten Zeit hat man indeß auch bereits angefangen, besonders nur noch von jenem Pariser (als „ersten) Meridian, oder aber von Greenwich (2° 20′ 23″ westlich von Paris) zu zählen. So zählt z. B. Littrow (der Sohn) in seinem „Verzeichnisse geographischer Ortsbestimmungen" (Bd. X. d. eben citirten neuen Aufl. v. Gehler's Physikal. Wrtrb.) vom Pariser Meridian als „ersten" an, mit welcher Bemerkung ich den vorliegenden Art. beschließe, indem ich zugleich diese Littrow'sche Arbeit als die bezügliche vollständigste auszeichne.

Mittagslinie; Linea meridiana; *Méridienne,* Ligne méridienne. Eine nach dem wahren Mittags- und Mitternachtspuncte (den Durchschnittspuncten des irdischen Mittagskreises mit dem Kreise des Horizonts) gerichtete Horizontallinie: der Durchschnitt der Mittagsfläche mit der Horizontalfläche. Ein kleineres Stück derselben kann als ein Stück jenes Meridiankreises selbst betrachtet werden, so lange nämlich die Kugelkrümmung des Erdkörpers darin nicht merklich wird: die, zu unserer Uebersicht kommende Horizontalfläche stellt sich uns (vergl. Erde, S. 342.) als eine vollkommne Kreis-Ebene, als eine vollkommne ebene Kreisscheibe dar, von deren Kugelkrümmung wir alsbald noch gar Nichts gewahr werden, so, daß der sie durchschneidende (in ihr enthaltene) Bogen des (irdischen) Meridians nicht weniger als eine gerade Linie (als die „Mittagslinie") erscheint; nur erst eine weiter verlängerte Mittagslinie krümmt sich zu einem wahren Bogen des Meridians (nur erst bei hinreichender Verlängerung der Mittagslinie können wir ihre Abkrümmung von der Geraden zu einem Meridianbogen wahrnehmen).

Die „Mittagslinie" ist zu astronomischen Beobachtungen unentbehrlich: ich habe Dieß im Art. Culmination, gleich Eingangs, S. 210. mit Nachweisung der bestimmten Fälle dargethan; — sie beweist sich aber ausserdem zu manchen, unmittelbaren dem gemeinen Leben angehörigen, verwandten Absichten dienlich, und wird z. B. zu Bestimmung der Weltgegenden, zu Vergleichung der Sonnenuhren, zu Stellung der künstlichen Uhren nach mittlerer (aus der Angabe jener Sonnenuhren durch Hinzurechnung der Zeitgleichung mit ihrem Zeichen, folgenden) Zeit u. s. w. u. s. w. gebraucht. Von den vielen Methoden, sich seine Mittagslinie zu ziehen, will ich hier nur die gewöhnlichste, leichteste und allermeistens doch hinreichende Genauigkeit gewährende anführen. Auf einer im Freien genau horizontal angebrachten, wohl befestigten Kupfertafel oder Steinplatte von beliebiger Größe, ziehe man aus einem (also zum Centrum gewählten) Puncte C (Fig. 1. der Tafel V., in welcher zugleich O Osten, W Westen, N Norden bezeichnet) einige (solchergestalt concentrische) Kreise, richte in diesem Centrum C einen Stift von 6 oder mehreren Zollen Länge senkrecht auf, und bemerke, an einem recht Sonnen-hellen Tage, Vormittags von etwann 9 bis 11, und Nachmittags von 1 bis 3 Uhr, die (Peripherie-) Puncte, in welche das Ende des Schattens jenes Stiftes die Kreise (wie es die Figur am besten zeigt), des Vormittags in b, b′, b″, des Nachmittags in a, a′, a″ trifft, ziehe alsdann die bezeichneten Puncte durch gerade Linien wie ab zusammen und halbire letztere; so gibt die, der Lage nach, durch diese Halbirungen bestimmte CN die „Mittagslinie", in welche der Schatten des Stiftes im Augenblicke des höchsten Sonnenstandes (der Culmination des Sonnen-Mittelpunctes, des wahren Mittags) fallen muß. — Da das Schatten-Ende sich indeß nicht mit vollkommenster Schärfe zeigt, so thut man noch besser, statt des Stiftes, einen (nicht weniger langen, der Abhaltung des übrigen Lichtes wegen, hinreichend breiten, auch hinreichend starken) Blechstreifen, in welchen oben eine ganz geringe (Nadelstich-große) Oeffnung gebohrt ist (also einen kleinen Gnomon, s. d. A.), anzuwenden, wonächst das durch die Oeffnung fallende Sonnenbildchen (Pünctchen) das Schatten-Ende mit mehrerer Genauigkeit vertritt*.

* Complicirtere Einrichtungen beim Lalande „Astronomie" (2te Aufl.).

Man sieht leicht, daß durch dieses Verfahren eigentlich correspondirende Sonnenhöhen (vergl. d. A. Methode der corresp. Höhen) beobachtet werden: denn da jedes solches Paar von Puncten b und a'', b' und a', b'' und a in Einerlei Kreise um C liegen, so müssen die Schatten des Stiftes: Vormittags bei b, Nachmittags bei a'', u. s. w. gleich lang gewesen seyn, und es muß die Sonne also beide Mal gleich hoch gestanden haben. Da nun die Mittagsfläche zwischen den Gegenden, nach welchen die Gestirne auf der Morgen- und Abend- (Vormittags- und Nachmittags-) Seite gleiche Höhen erreichen, mitten* inne steht, so findet sich auch die, vorgeschriebenermaßen, mitten zwischen a und b'', d. h. von C durch die Mitte des Bogens (seiner Chorde) ab'' (oder a' b' u. s. w.) gelegte Gerade CN in der Mittagsfläche, und gibt, indem sie zugleich horizontal ist, die verlangte „Mittagslinie" ab**. — Es wäre zu ihrer Darstellung eigentlich schon Einer der mehreren von uns angewendeten Kreise hinreichend; und man begreift, daß die übrigen nur zur Vergrößerung der Genauigkeit dienen.

Diese Methode zur Bestimmung der Mittagslinie ist indeß einem kleinen Fehler unterworfen, indem die Sonne (ausser der täglichen) eine eigene Bewegung hat, welcher zu Folge sie nicht (wie das Verfahren doch voraussetzt) vom Aufgange bis zum Untergange in Einerlei Parallelkreise verharrt, sondern von den vormittägigen bis zu den nachmittägigen Stunden, namentlich im Frühlinge etwas höher steigt, im Herbste etwas herab sinkt, und daher die correspondirenden Höhen nicht in völlig gleichen Abständen vom Meridian erreicht, wie ich diesen Umstand im schon citirten Art. Methode der correspondirenden Höhen näher erörtert, und deßwegen auch oben hierher verwiesen habe. Die daraus folgende Berichtigung kann aber beim gewöhnlichen Gebrauche ausser Betracht bleiben, und sie fällt ganz weg, wenn man zur Operation die Tage der Solstitien wählt, an welchen die Sonne als das nämliche Parallel unverändert behauptend, betrachtet werden kann.

Denkt man sich eine solche „Mittagslinie" aber sodann (von ihrer „Tafel" auf der Erdoberfläche selbst) hinreichend verlängert, so hört sie, wie ich gleich Eingangs bevorwortet habe, in dieser Ausdehnung natürlich auf, eine vollkommne, Gerade (durchgängige Horizontale) abzugeben, und gestaltet sich, der kugelartigen Form des Erdkörpers wegen, vielmehr zu einem wirklichen Bogen des Erdmittagskreises; — und wenn man sie nun also, messend, verfolgt (wie ich ausführliche Anweisung dazu im Art. Gradmessung ertheilt habe), so gibt sie das Mittel zur Bestimmung der Länge ganzer Grade jenes Erd-Mittagkreises und also der Größe und Gestalt der Erde (vergl. d. A. S. 351.) ab.

Unter den besonders zu eigentlich astronomischen Beobachtungen, namentlich zu Zeit-Angaben, bestimmten Mittagslinien sind mehrere mit einem Gnomon (vergl. d. schon oben citirten Art.), d. i. mit einer Veranstaltung versehen, mittelst welcher, wie gesagt, im Momente des wahren Mittages, ein kleines Sonnenbildchen (sein Mittelpunct) genau in diese Linie fällt, und dadurch letzteren Moment bezeichnet. Ich habe mich im gedachten Artikel ausführlich hierüber verbreitet, wegen einer der ältesten dieser Verbindungen eines Gnomons mit der Mittagslinie, nämlich der in der Kirche des heiligen Petronius zu Bologna, aber hierher verwiesen, aus welchem Grunde ich nunmehr nachträglich und schließ-

§. 160 figd. — Für die im Plane unseres Werkes beabsichtigte Praxis wird indeß das hier beschriebene Verfahren (vergl. unten) wohl hinreichen.

* Vergl. wegen einer dabei Statt findenden Einschränkung gleich unten.

** Postuliren wir diese Mittagslinie CN als schon bestimmt (gezogen), so liegen die Puncte b, a'', b', a' u. s. w. gleicher Sonnenhöhen (gleicher Schattenlängen), der Natur der „täglichen Bewegung" gemäß, westlich und östlich (rechts und links) gleich weit (vergl. oben) von (der Mittagsfläche und also von) ihr ab; und umgekehrt ergibt sich demnach die Mittagslinie in der Geraden, welche man mitten zwischen jene Puncte hindurch legt.

lich anführe, daß man diese Construction dem Dominicaner Egnaz Dante (nachheriger Bischof von Alatri) verdankt, welcher sie, in ihrer früheren Gestalt, um 1576 ausführen ließ, wonächst Cassini (der Aeltere) die ganze Einrichtung vervollkommnete, die „Mittagslinie" verlängerte, und dem Gnomon eine Höhe von 83½ Fuß gab, wie sich dieß Alles ausführlich in einem besondern, noch jetzt für classisch erachteten Werke von Manfredi (Professor der Mathematik zu Bologna, † 1739): „De gnomone Bononiensi". Bonon. 1736. 4. auseinander gesetzt findet.

Mittagspunct, Südpunct; Meridies, Auster; *Midi*, Sud. Der Durchschnittspunct des Mittagskreises mit dem Horizonte an der, vom Nordpole abgekehrten, den Aequator enthaltenden Seite des Himmels*; es ist dieß einer von den vier Haupt- oder Cardinal-Puncten (vergl. d. A.), durch welche im Horizonte die vier Hauptgegenden (s. auch Weltgegenden) bestimmt werden. Die Schiffer nennen ihn Süden**. Von ihm heißt die ganze umliegende Gegend des Himmels die Mittagsgegend, und man sagt von demjenigen, was sich daselbst zuträgt, es geschehe gegen Mittag (oder hier, um eine Zweideutigkeit zu vermeiden, „gegen Süden"). Von diesem Puncte aus wird im Horizonte das Azimuth (vergl. d. A.) der Gestirne gerechnet.

Mitte des Himmels; Medium coeli; *Milieu du ciel.* Derjenige Punct des Aequators, welcher eben im Meridian steht, also der jedesmalige höchste Punct des Aequators über dem Horizonte, und welcher demnach genau 90° von dem im (wahren) Ost- und West-Puncte zugleich auf- und untergehenden Puncte desselben absteht. Ist die Stern-Uhr im Augenblicke der Culmination des Frühlingspunctes auf 0 gestellt, so gibt sie (15° auf 1 Stunde) die gerade Aufsteigung dieser „Mitte des Himmels" (in Zeit) an. — Anwendung hiervon im Art. Neunzigster (Nonagesimus); hier genügt die Worterklärung.

Mittelpunct; Centrum; *Centro.* Zunächst heißt „Mittelpunct" des Kreises oder der Kugel, mit denen es die Astronomie besonders zu thun hat, der von allen Puncten des Umringes (der Peripherie), oder der Oberfläche gleich weit abstehende Inner-Punct. In der, für uns nicht weniger wichtigen Ellipse führt der Durchschnittspunct der großen und kleinen Axe diesen Namen.

Ausserdem aber wird der Ausdruck „Mittelpunct" in der Astronomie noch in anderer Beziehung gebraucht, und wir haben namentlich und zuerst im Vortrage über Centralbewegung, S. 141. von einem „Mittelpuncte" der Kräfte (der Anziehung, der Gravitation, welchem ganzen Artikel diese Vorstellung zu Grunde liegt); Centrum attractionis s. gravitationis; *Centre d'attraction ou de gravitation*, gesprochen, worunter derjenige Punct des anziehenden Körpers verstanden wird, nach welchem die Richtung der ganzen Gravitation geht. Diesen „Mittelpunct der Kräfte" gibt in jedem Systeme der Mittelpunct des Centralkörpers ab: in unserm Planetensysteme, also in Bezug auf die gegen die Sonne gravitirenden Planeten, ist es der Mittelpunct der Sonnenkugel, in unserm Mond-

* Ich habe schon im Art. Mittagskreis bevorwortet, daß unsere Betrachtungen „Sphaeram obliquam" der Nordhalbkugel voraussehen. Für die südliche Halbkugel, wofern mein Werk den Weg dahin finden sollte, würde die obige Definition, wie man leicht einsieht, einer Modification bedürfen.

** Ueber die Etymologie der Benennung der vier Cardinalpuncte: „Süden", Norden, Osten, Westen, weiß ich nichts Näheres anzugeben; im „Dictionnaire étymologique" von Rodier steht nur bei Nord „du saxon *north*". — Rücksichtlich des Sprachgebrauches will ich indeß bemerken, daß man unter „Süden" die mittägige Himmelsgegend, unter Süd aber den daher wehenden Wind versteht, und daß es sich eben so mit Norden und Nord, Osten und Ost, Westen und West verhält. Nur Zusammensetzungen: Südfrucht, Nordlicht u. s. w. machen wieder eine Ausnahme.

ſyſteme, in welchem der Mond gegen die Erde gravitirt, der Mittelpunct der Erdkugel u. ſ. w.* — Bei den Reſultaten des wirklichen Falles, z. B. des Falles der Erdkörper (des Falles eines Steines gegen die, ſtreng kugelförmig** angenommene Erde) tritt nicht weniger Alles ſo ein, als wenn die dabei durch ihre Anziehung wirkſame Maſſe der Erdkugel im „Mittelpuncte“ dieſer Kugel vereiniget wäre; — und die nämliche Vorausſetzungen haben uns (Gravitation, S. 698. flgd.) bei Beſtimmung der Größe des freien Falles auf andere Weltkörpern geleitet.

Newton beweist nämlich in den „Principia“. Lib. I. prop. 71. (S. 466. unſerer Ausgabe †), daß wenn ſich die Anziehung einer Kugel, welche in gleichen Abſtänden vom Mittelpuncte gleiche Dichtigkeit hat (in welcher jede concentriſche Schicht von durchgängiger gleicher Dichtigkeitsbeſchaffenheit iſt *, jedes gleich große Stück jeder Schicht gleich viel wiegt), verkehrt wie die Quadrate der Entfernungen der gegen ſie gravitirenden Körper verhält, der Mittelpunct dieſer Kugel (der Mittelpunct ihrer Größe) auch der Mittelpunct ihrer Anziehung (der „Mittelpunct der Kräfte“) wird.

Da nun, wie ſich im citirten Art. Gravitation ſo ſorgfältig auseinander geſetzt findet, in der Natur ſämmtliche Materie überhaupt nach dieſem Geſetze gegen einander ſchwer iſt, und da beſonders die Geſtirn-Anziehung nach demſelben erfolgt, zugleich aber alle Himmelskörper als Kugeln angeſehen werden können, welche resp. in gleichen Abſtänden vom Mittelpuncte gleiche Dichtigkeit beſitzen; ſo muß man bei den Berechnungen der Gravitation von der Anſicht ausgehen, als wenn die Maſſen der Himmelskörper in deren Mittelpuncten concentrirt wären; — und unter dem hier zu erklärenden „Mittelpuncte der Kräfte“ iſt alſo der Mittelpunct der Größe der Geſtirn-Kugel (des Centralkörpers), gegen welche die Gravitation erfolgt, in unſerm Planetenſyſteme namentlich der Mittelpunct der Sonnenkugel zu verſtehen.

Unter den vielfachen übrigen Anwendungen des Ausdruckes „Mittelpunct“ iſt, aus unſern Geſichtspuncten, ferner noch zu betrachten ** der Mittelpunct des Schwunges, Schwingungspunct; Centrum oscillationis; *Centre d'oscillation*, worunter derjenige Punct eines zuſammengeſetzten Pendels verſtanden wird, in welchem die ganze ſchwere Maſſe des Pendels, vereiniget gedacht, um eben den Aufhängungspunct eben ſo ſchnelle Schwünge machen würde, als das zuſammengeſetzte Pendel ſelbſt macht. Die

* In wie fern dabei dieſem Mittelpuncte eigentlich vielmehr der gemeinſchaftliche Schwerpunct des Centralkörpers und der gegen ihn gravitirenden Körper ſubſtituirt werden ſollte, darüber vergl. den eben citirten Art. Gravitation, namentlich S. 705. — Hier wird davon abgeſehen: die Maſſe der angezogenen (der gravitirenden) Körper bleibt hier unbeachtet.

** Die Erfahrung lehrt, daß die Richtung der Schwere auf der Erde überall lothrecht auf der Horizontal-Ebene, d. h. auf der Tangente des Umkreiſes iſt. Wird der Erdkörper alſo als eine vollkommne Kugel angenommen, ſo treffen jene Richtungen der Schwere im „Mittelpuncte“ der Größe mit dem „Mittelpuncte“ der Schwerkraft zuſammen; zieht man aber die Abplattung (vergl. d. A.) d. h. die ſphäroidiſche Geſtalt der Erde in Betracht, ſo findet, ſtreng genommen, jenes Zuſammentreffen natürlich nur unter dem Aequator und den Polen Statt. — Dieſe Bemerkung bezieht ſich jedoch, wie geſagt, nur auf den Fall der Erdkörper; gegen die Himmelskörper wirkt der Erdkörper als Kugel, in deren Mittelpuncte ſeine Maſſe concentrirt wäre.

† Ich bemerke nochmals, daß dieſe von mir benützte Ausgabe diejenige iſt, deren beide erſten Bande *Coloniae.* MDCCLX., der dritte aber *Genevae.* MDCCLXII. erſchienen ſind.

* Vergl. d. Art. Erde, S. 371., wo es aber, zur Verbeßrung eines überſehenen Druckfehlers, ſtatt „concentriſche Schichten von einer nach dem Centrum hin „wechſelnden“, wachſenden gleichförmigen Dichte“ heißen muß.

** Wegen „Mittelpunct der Schwere“ ſ. Schwerpunct.

für die Astronomie so wichtige Theorie der Pendel abstrahirt nämlich, wie wir in diesem Art. näher sehen werden, bei ihren Betrachtungen, vom Gewichte sowohl der Pendelstange als der mit derselben schwingenden Linse, nach welcher Art ein Pendel in der Wirklichkeit doch nur zusammgesetzt werden kann, und nennt ein solches (bloß mathematisches) Pendel, ein „einfaches", lehrt aber, aus dem Gewichte jener Linse und Stange (mit gleichzeitigem Bezuge auf die Länge der letzteren) die Länge des gleichgeltenden „mathematischen" Pendels ableiten, welche letztere Länge auf jenem „zusammengesetzten" (physischen) Pendel alsdann den „Mittelpunct des Schwunges" bezeichnet*.

* Heißt, um Dieß, anticipirend, schon hier durch ein Beispiel recht deutlich zu machen, l die Länge (der Stange) eines physischen Pendels, p das Gewicht der Stange, g das Gewicht der Linse; so ist (Compensation, S. 196.) die Gleichung zwischen der Länge dieses „physischen", und des „gleichgeltenden mathematischen" Pendels (P): $\frac{1/3\ p + g}{1/2\ p + g}\ l = P$; — und die so gefundene Länge P bezeichnet demnach auf l (welches sich, der Gleichung zufolge, länger als P ergibt) den „Mittelpunct der Schwingung".

Es sey, Behufs der Anwendung hiervon, eine (kürzere Metall-) Stange, wiegend 18 Loth, und eine 3 Loth schwere Linse gegeben; bis zu welcher ganzen Länge (x) muß diese Stange ausgereckt werden, damit das daraus gebildete physische Pendel-Secunden schwinge, d. h. damit der „Mittelpunct seines Schwunges" 441 (Pariser) Linien (bekanntlich Länge des mathematischen Secundenpendels) unter den Aufhängungspunct falle?

Hier ist $p = 18$, $g = 3$, $P = 441$; und man hat danach $\frac{6 + 3}{9 + 3} . x = 441$, oder $x = \frac{4 . 441}{3} = 588$, welches also lehrt, daß ein (physisches) Pendel von den obigen Gewichtsverhältnissen, eine Länge von 588 Pariser Linien haben müsse, damit sein Schwingungsmittelpunct 441 Linien unter den Aufhängungspunct falle, und es also, gleich dem mathematischen Pendel von dieser Länge, Secunden schwinge (ein Hingang gleich einem Rückgange eben 1" währe).

Endlich kömmt für uns noch in Betracht der freiwillige Mittelpunct der Umdrehung; Centrum rotationis spontaneum; *Centre spontané de rotation.* Wir haben nämlich im Art. Bahnen, S. 104. gesehen, daß die verbundene progressive und rotatorische Bewegung, namentlich unserer Erdkugel, durch einen ursprünglichen excentrischen* Anstoß hat veranlaßt werden können, welcher, Behufs der bestimmten rotatorischen Geschwindigkeit, auf einen, in gleich bestimmter Entfernung vom Centrum belegenen Punct hat gerichtet seyn müssen; — und diesem letzteren Puncte nun legt Johann Bernoulli (der uns so vielfach bekannt gewordene, 1747 als Professor zu Basel verstorbene Mathematiker, der „Archimedes seiner Zeit", wie er oft genannt wird) in seinen, l. c. angeführten Untersuchungen über diesen Gegenstand den obigen Namen bei.

* Ein, auf eine frei im Raume schwebende Kugel in der Richtung des Centrums ausgeübter Stoß ertheilt dieser Kugel offenbar nur eine progressive Bewegung; ist der Stoß aber „excentrisch", so entsteht, eben so offenbar, zugleich „Rotation".

Mittelpuncts-Gleichung, nur ein andrer Ausdruck für Gleichung der Bahn, s. d. A. oder Anomalie, S. 43.

Mitternacht, Mitternachtsgegend; Septemtrio, Boreas, Plaga septemtrionalis s. borealis; *Septentrion,* Nord. Diejenige Welt- oder Himmelsgegend, in welcher der in unsern Ländern (auf der nördlichen Halbkugel) sichtbare Weltpol steht, und wo die bei uns nicht untergehenden Gestirne erscheinen. Die Lateinische Benennung „Septemtrio" dieser Weltgegend rührt davon her, daß die Alten die zu jenen Gestirne gehörenden sieben, unter dem Namen des „Himmelswagens" bekannten Sterne die

„sieben dreschenden Rinder“, „Septem Triones“ nannten.

Mitternacht, Mitternachtszeit; Media nox; *Minuit*. Derjenige Zeitpunct der Nacht, zu welchem der Mittelpunct der Sonne den tiefsten Stand unter dem Horizonte hat, oder in der unsichtbaren Hälfte des Meridians steht (die Zeit der „unteren“ Culmination — s. d. A. S. 211. — des Sonnen-Mittelpunctes). Da die Sonne, abgesehen von allem Einflusse ihrer Eigenbewegung, von hieraus genau eben so viel Zeit zum Aufsteigen an den Horizont, als zum Niedersinken vom Untergange bis dahin gebraucht, so halbirt der Augenblick der „Mitternacht“ die Dauer der Nacht, und hat daher seinen Namen.

Die „Mitternacht“ ist um 12 Stunden wahrer Sonnenzeit* von den Mittagen des vorhergehenden und des folgenden Tages unterschieden; und die bürgerliche Zeitrechnung fängt den Tag vom Augenblicke der Mitternacht an.

Mitternachtspunct, Nordpunct; Septemtrio, Boreas; *Septentrion*, Nord. Der Durchschnittspunct des Mittagskreises mit dem Horizonte an derjenigen Seite des Himmels, welche dem Nordpol zugekehrt ist. Es ist einer von den vier Haupt- oder Cardinalpuncten (s. d. A.), durch welche im Horizonte die vier Hauptgegenden (vergl. Weltgegenden) bestimmt werden. Die Schiffer nennen ihn Norden°. Von ihm heißt die ganze umliegende Gegend des Himmels die Mitternachtsgegend; und man sagt von Demjenigen, was sich daselbst zuträgt, es geschehe gegen Mitternacht (oder, zur Vermeidung einer Zweideutigkeit, lieber gegen Norden).

Mittlere Entfernung; Distantia media; *Distance moyenne*. Man versteht darunter in der Astronomie zuvörderst allgemein die halbe große Axe der Bahn-Ellipse, welche ein oder das andere Begleitgestirn um den Centralkörper seines Systems** beschreibt; im besondern aber bezeichnet man mit diesem Ausdrucke die halbe große Axe der Erdbahn, die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne = 20600000† (andere Astronomen, namentlich Littrow, geben genauer 20658000, wieder andere 20667000) Meilen (geographische), und legt diesen Werth bei andern astronomischen Entfernungsbestimmungen hiernächst als Einheit zu Grunde. So finden wir z. B. im Art. Jupiter, S. 824. die halbe große Axe der Bahn dieses Planeten = 5,2027911 halbe große Axen der Erdbahn (als

* Da man die wahre Zeit (die Sonnen-Uhr) um „Mitternacht“ natürlich nicht beobachten kann, und sich also doch auf mittlere Zeit beziehen muß, so will Dieß sagen: Am z. B. 1sten Januar beträgt die Gleichung der Zeit (vergl. d. A. S. 658.) im Moment des wahren Mittages (nahe) + 4′: die Pendel-Uhr zeigt, wenn die Sonnen-Uhr 12 angibt, 12h 4′ 0″, und am 2ten Januar . 12h 4′ 30″.

Unterschied zwischen den beiden Folge-Mittagen . „ „ 30″, demgemäß die, von ihnen beiden gleich weit abstehende wahre Mitternacht (am 1sten Januar) um $(\frac{30}{2} = 15)$ 12h 4′ 15″ mittlere (Pendel-Uhr-) Zeit fällt. — Auf die wahren 12 Sonnen-Stunden vom wahren Mittage bis zur wahren „Mitternacht“ des 1sten Januar kommen an mittlerer Zeit 15 Secunden mehr: 12 wahre Sonnenstunden eines 1sten Januar tragen 12 Stunden 15 Secunden mittlerer Zeit aus; — und in ähnlicher Art verhält es sich, mit Bezug auf die respective Zeitgleichung, für jedweden anderen Jahrestag.

° Einer Etymologie gemäß, worüber ich in einer Anmerk. zu Mittagspunct Näheres beigebracht habe.

** Der Unterschied zwischen dem Mittelpuncte dieses Centralkörpers und dem eigentlichen Schwerpuncte (vergl. d. Art.) des ganzen Systems bleibt hier unbeachtet.

† Im Art. Durchgang, S. 243. sind die Grenzen, zwischen welchen dieser mittlere Werth gesucht werden muß, zu 20500000 und 20700000 Meilen nachgewiesen worden, woraus also, als arithmetisches Mittel, die obige Bestimmung der 20600000 Meilen folgt.

eine solche Einheit) angegeben, welches (mit Bezug auf den obigen Werth der letzteren = 20667000 [geograph.] Meilen) also sagen will: jene halbe große Axe der Jupitersbahn sey (5,2027911 . 20667000) = 107525000 Meilen.

Mittlerer Ort, s. **Ort**, wo dieser Begriff „Ort" aus seinen mehrfachen astronomischen Gesichtspuncten zugleich betrachtet wird.

Mittlerer Planet; Planeta medius: *Planète moyenne.* Man versteht darunter (s. Gleichung der Bahn, S. 642.) einen fingirten Planeten*, von welchem man annimmt, daß er (vergl. hinten) die ganze Bahn überhaupt zwar in derselben Zeit wie der wahre, aber, statt mit der ungleichförmigen Geschwindigkeit dieses letzteren, mit einer stets gleichförmigen (mit einer durchschnittlichen) Winkelgeschwindigkeit um den Brenn- (Kraft-) Punct durchlaufe. Der Bahnort dieses „mittleren Planeten" ist demnach, bei Beziehung auf einen bestimmten Ausgangspunct und die ganze Umlaufszeit, offenbar durch bloße Regel-de-tri immer leicht anzugeben, und es läßt sich daraus, wie eben im Art. Gleichung der Bahn gelehrt wird, also der entsprechende Bahnort des wahren Planeten ableiten, wodurch zugleich der Zweck dieser Fiction bezeichnet wird.

Zu jenem Ausgangspuncte hat man den einen oder den andern Endpunct der großen Axe der Bahn-Ellipse wählen müssen, weil die beiden Planeten, dem Gesetze ihrer respectiven Bewegung gemäß, nur in diesen beiden Puncten zusammentreffen können**, und weil die Herleitung des Ortes des wahren Planeten aus dem des mittleren, als der angegebene eigentliche Zweck der Fiction, nur mit Bezug auf die große Axe ausführbar ist. — Im Uebrigen bin ich freilich gezwungen, dieser Fiction wegen auf den, deßhalb auch alsbald citirten Art. Gleichung der Bahn zu verweisen.

Mittlerer Tag, s. **Tag**, wo sich der Begriff, unter seinen mehrfachen Gesichtspuncten, durch Gegeneinanderstellung, besser erklären läßt.

Monat*; Mensis; *Mois.* In der astronomischen Bedeutung (von der bürgerlichen ist erst unten die Rede): die Zeit, binnen welcher der Mond einen Umlauf um den Himmel zu vollenden scheint, oder auch die Zeit des Wechsels seiner Erscheinungen (Phasen) an Ab- und Zunahme, indem die erste flüchtige Betrachtung keinen gar zu großen Unterschied zwischen den beiden Bestimmungen wahrnehmen läßt.

Eine genauere Prüfung des Vorganges zeigt jedoch bald, daß dieser Zeitraum anders ausfällt, nachdem man sich dabei auf andere Bedingungen der Erscheinung bezieht: man kann die Zeit der scheinbaren Rückkehr des Mondes zu einem nämlichen Fixsterne, oder zu den Nachtgleichen (oder, vergl. unten, zu noch andern Himmelspuncten), oder aber, wie gesagt, zu den nämlichen Phasen bestimmen (zu Grunde legen), d. h. man

* Haupt- oder Neben-Planeten; die Betrachtung findet, wie man leicht einsieht, auf den Lauf der Monde vollkommen die nämliche Anwendung.

** Der wahre Planet (sein Radius vector) beschreibt (zugleich, weßhalb ich eben hierher verwiesen habe) die halbe elliptische Bahnfläche um den Brennpunct in eben derselben (der halben Umlaufs-) Zeit, in welcher der mittlere Planet um diesen Punct auch die Hälfte der 360 Grad zurücklegt; nur die große Axe halbirt aber die Fläche der Ellipse mit gleichem Bezuge auf den Kraftpunct; — bei der Halbirung durch die kleine Axe bleibt letzterer in der einen Hälfte. — Ich mache nur eben noch darauf aufmerksam, daß dieses Zusammentreffen des „mittleren" und wahren Planeten blos in zwei Puncten der Bahn nicht verwechselt werden darf mit dem jährlich vier maligen Zusammentreffen der mittleren und wahren Sonne im Meridian, wovon bei Gleichung der Zeit, S. 655. die Rede ist.

* Wegen der natürlichen nahen Verwandtschaft dieses Vortrages mit dem gleich folgenden Art. Mond, empfehle ich wogleich und Ein für alle Mal die Vergleichung.

kann, in diesem letzteren Falle, wissen wollen, wieviel Zeit von einem (Neu- oder) Vollmonde bis zum nächsten verstreicht. Mit Bestimmung gerade dieses Zeitraums, nämlich des synodischen (des „Zusammenkunfts"-) Monates (indem Erde, Mond und Sonne dann einander gegenüber kommen), als dem augenfälligsten, wollen wir anheben, und daraus die obige Dauer der Rückkehr des Mondes zu einem nämlichen Fixsterne: den siderischen Monat, und zu den Nachtgleichen: den tropischen* Monat, ableiten.

Bei dieser Ermittlung übertragen wir, wie dieß zur bloßen Erleichterung der Vorstellung schon öfter, und namentlich im verwandten Artikel Finsternisse, S. 455. von uns geschehen ist, die Bewegung der Erde um die Sonne, vielmehr auf die letztere, und nehmen also die Erde im Mittelpuncte der sie concentrisch umringenden engeren Kreis-Mondbahn und weiteren Sonnenbahn an: wenn der Mond dabei dergestalt hinter die Erde tritt, daß er dieselbe eben zwischen sich und der Sonne hat (daß seine Länge von der Länge der Sonne 180° verschieden ist), so haben wir Vollmond, und unter gewissen Bedingungen (hinreichend geringe Breite) zugleich eine Mondfinsterniß, welche sich demnach nur im Vollmonde ereignen kann. Dieser Umstand soll uns alsbald dazu dienen, zunächst die verlangte genaueste Dauer des „synodischen" Monates (d. h. also von einem Vollmonde zum nächst folgenden) anzugeben.

Man wähle nämlich (vergl. Chronologie, S. 180.) irgend eine ältere Beobachtung einer Mondfinsterniß, und vergleiche sie mit einer neueren (und zwar möglichst späteren, damit sich die „Ungleichheiten", von denen gleich die Rede seyn wird, um so besser compensiren): das jedesmalige Mittel zwischen Anfang und Ende einer solchen Finsterniß gibt (mit vorläufiger hinreichender Genauigkeit) ihren Moment, und die Zwischenzeit zwischen diesen beiden Momenten ist eine Summe von unterdeß Statt gehabten synodischen Mondumläufen (Monaten). Bekannt braucht dann weiter noch nichts zu seyn, als was die allgemeinste Betrachtung lehrt: daß immer in 59 Tagen 2 Vollmonde eintreten, und daß die Dauer eines synodischen Monates demnach beiläufig zu $\left(\frac{59}{2}=\right)$ 29½ Tage angeschlagen werden kann; — mit dieser Zahl hat man hiernach nur jene Zeit zu dividiren, und den Rest auf die Einheiten des Quotienten gleich zu vertheilen, so kommt offenbar die genaue Dauer des durchschnittlichen „synodischen" Monates, welcher sich solchergestalt = 29 T. 12 St. 44′ 3″ findet*. — Dieses Verfahren hat schon der uns bekannte

* Man begreift diese beiden letzteren, an Dauer (vergl. gleich oben) von einander sehr wenig verschiedenen Monate deßhalb auch unter dem gemeinschaftlichen Namen des periodischen Monates, und setzt sie solchergestalt dem „synodischen" entgegen.

* Ich sage da oben „durchschnittlich": denn wegen der eben erwähnten Ungleichheiten des Mondlaufes, welche wir im Artikel Mondungleichheiten näher kennen lernen werden, fällt die Dauer des synodischen Monates, um bei Minuten stehen zu bleiben (vergl. Cyklus, S. 214.), zwischen die Grenzen von 29 T. 19 St. und 29 T. 6 St. 30′, woraus die angegebene mittlere Dauer $\left(\frac{19\text{ St.} + 6\text{ St. }30'}{2} = 12\text{ St. }45'\right)$, wie man sieht, auch nahe wieder hervorgeht. Man hat dieß, nach genauerer Kenntniß jener Ungleichheiten, ermitteln können, indem dadurch möglich ward, statt des Durchschnittswerthes, die jedesmalige Dauer der Lunation, der Wiederkehr des Mondes, nach einer ganzen synodischen Revolution, zum Längenabstande der (vergl. oben) 180° von der Sonne (zur Vollmondsphase), nach Maßgabe des im bestimmten Falle gleich bestimmten Ungleichheits-Einflusses, anzugeben. — Außerdem bemerke ich in diesem Bezuge noch, daß 12 solche „durchschnittliche" synodische Monate das Mondenjahr von (12 . 29 T. 12 St. 44′ =) 354 T. 8 St. 48′ geben, über welches sich d. A. Jahr, S. 800. näher erklärt.

Alexandrinische Astronom Ptolemäus angewendet, und dazu eine von den Chaldäern, 320 Jahre vor Christus gemachte Beobachtung einer Mondfinsterniß benützt.

Während eines solchen „synodischen Monates" hat aber der Mond, indem er dabei der, unterdeß auch in Bewegung begriffnen Sonne wieder gegenüber kommen muß, offenbar mehr als den ganzen Umfang seiner Bahn, d. h. mehr als 360°, und zwar so viel mehr zurückgelegt, als die Sonne selbst in den 29 T. 12 St. 44′ in ihrer Bahn macht; und um demnach zu wissen, wieviel mehr dieß austrägt, muß man offenbar setzen:

365 1/4 Tag (Dauer des tropischen Jahres) : 360° = 29 1/2 Tag : x (ich bleibe bei diesen annähernden Werthen stehen), woraus x (beiläufig, denn ich will nur den Geist des Verfahrens kennen lehren) = 29 kommt, und welches also lehrt, daß der Mond in den 29 1/2 Tagen seines synodischen Umlaufes nicht bloß die vollen 360° seiner Bahn, sondern noch 29° darüber, und solchergestalt (360 + 29 =) 389° durchlaufen hat. Da sich aber der siderische Monat (x), zu dessen Ableitung aus dem „synodischen" ich, bevorwortetermaßen, jetzt übergehe, nur auf die vollen 360° der Bahn beschränkt; so folgt er aus dem letzteren durch die Proportion 389° : 29 1/2 Tagen = 360° : x, welches seine Dauer = 27 1/3 Tage (genauer 27 T. 7 St. 43′ 11″) gibt *.

Der tropische Monat ferner: die Rückkehr des Mondes zum Frühlingspuncte, muß wegen des Vor- („Rück"-) Rückens der Nachtgleichen etwas kürzer als der siderische ausfallen. Letzteres beträgt in 1 Jahre 50″, oder in 1 Monate etwann 4 Bogensecunden; und es fragt sich daher, wieviel Zeitsecunden der Mond zu deren Durchlaufung bedarf? Nun macht der Mond täglich ($\frac{360}{27\,1/3}$ etwann =) 13, d. h. in der Stunde (in 3600″) 1/2° = 1800 (Bogen-) Secunden, demzufolge man hat

1800 Bogensecunden : 3600 Zeitsecunden = 4 : 8″, und wonach sich der Unterschied an Dauer des siderischen vom soviel kürzeren „tropischen" (solchergestalt 27 T. 7 St. 43′ 4″ betragenden) Monate also nur auf die (vergl. d. voraufgehende Anmerk.) Kleinigkeit von (7 bis) 8 Secunden beläuft, welcher Umstand das oben angeführte Zusammenbegreifen dieser beiden Arten von Monaten unter dem gemeinschaftlichen Namen des periodischen rechtfertiget.

Ausserdem bezieht man sich aber, bei Bestimmung der verschiedenen Arten von Monaten, angedeutetermaßen, auch noch auf andere Himmelspuncte. Die Knoten (vergl. d. A.) der Mondbahn rücken nämlich, in derselben Art wie oben die Nachtgleichen, nur mit größerer Geschwindigkeit der Ordnung der Zeichen entgegen, daher der Mond den Knoten schneller als den Frühlingspunct wieder erreicht, und der darauf bezogene-, der sogenannte Dra-

* Man könnte (vergl. Aspecten, S. 53.) umgekehrt diesen siderischen Monat, d. h. also die Rückkehr des Mondes zu einem nämlichen Fixsterne, zunächst beobachtet haben, und hätte daraus sodann den synodischen Moment durch die l. c. gegebene Formel $\frac{Tt}{T-t}$ abzuleiten. Bedeutet nämlich in derselben T die Dauer des Erdenjahres (365 1/4 Tage), und t jenen siderischen Monat (27 1/3 Tage), so wird die Frage nach dem synodischen Monate (M) offenbar durch die Proportion 1 Tag : $\frac{360°}{27\,1/3} - \frac{360°}{365\,1/4}$ = M : 360° ausgedrückt, woraus $M = \frac{365\,1/4 \cdot 27\,1/3}{365\,1/4 - 27\,1/3} = \frac{Tt}{T-t}$ = (den obigen beiläufigen) 29 1/2 Tagen hervorgeht.

Sollte man jedoch bei dieser Proportion Anstand finden, so ermesse man, daß, da der Mond, angegebenermaßen, täglich $\frac{360°}{27\,1/3}$, die Erde aber $\frac{360°}{365\,1/4}$ macht, das Wiederzusammentreffen beider, von einer Opposition ausgehend gedachten Gestirne, zu derselben, erfolgen muß, wenn die Differenz $\left(\frac{360°}{27\,1/3} - \frac{360°}{365\,1/4}\right)$ den ganzen Kreisumfang (die obigen 360°) erreicht.

chenmonat* (Mensis draconiticus; vergl. d. Anmerk.) auch wieder kürzer als der tropiſche, nämlich nur = 27 T. 5 St. 6′ 56″ gefunden wird. Für Leſer, welche ſich hiervon durch eigenes Nachrechnen überzeugen, alſo dieſen „Drachenmonat“ aus dem tropiſchen (ganz in derſelben Art, wie wir oben den letzteren aus dem ſideriſchen ermittelt haben) herleiten wollten, brauche ich nur zu bemerken, daß dieſer Rückgang der Knoten in 1 gemeinen Jahre (in 365 Tagen) 19° 19′**, alſo ſchon während Eines Monates beiläufig 1½° beträgt.

Umgekehrt dagegen verhält es ſich mit noch einem andern, dem anomaliſtiſchen (vergl. Anomalie) „Monate“, d. h. der Zeit, binnen welcher der Mond zu den Himmelspuncten ſeiner Erdferne oder Erdnähe (den Endpuncten der großen Axe ſeiner Bahn-Ellipſe) zurückkehrt. Da die großen Axen der Geſtirnbahnen nämlich (ſtatt der eben berückſichtigten rückläufigen Bewegung der Nachtgleichen und Knoten) vielmehr eine eigene rechtläufige Bewegung haben, und dieſe Bewegung namentlich für die Mondbahn, für welche ſie beträchtlich iſt, ſchon in einem periodiſchen Monate auf 3° 4′ ſteigt; ſo muß der Mond zur Wiedererreichung jener Puncte auch eine längere Zeit als letzteren Monat anwenden, welche Zeit meine Leſer, bei abermaliger eigener Berechnung = 5 St. 35′, und den anomaliſtiſchen „Monat“ daher (= dem periodiſchen von 27 T. 7 St. 43′ + 5 St. 35′) = 27 T. 13 St. 18′ finden werden.

Ein letzter („aſtronomiſcher“) Monat endlich iſt der Sonnenmonat, worunter man, da 12 Mondwechſel faſt* 1 Sonnenjahre gleichkommen, den 12ten Theil des letzteren, nämlich einen Zeitraum von $\left(\frac{365\frac{1}{4}}{12} =\right)$ 30 Tagen 10 Stunden 30 Minuten begreift. Dieſer „Sonnenmonat“ iſt eigentlich die, wenigſtens ungefähre Zeit des Verweilens der Sonne in jedem der 12 himmliſchen Zeichen (ſ. d. A.).

Die hier nachgewieſenen (ſechs) aſtronomiſchen Monate ſind alſo in einer nochmaligen Zuſammenſtellung und nach der, von uns befolgten Ordnung ihrer Entwicklung:

1.	der ſynodiſche Monat von	29 T.	12 St.	44′	2″,
2.	der ſideriſche.	27 —	7 —	43 —	11,
3.	der tropiſche	27 —	7 —	43 —	4,
4.	der Drachen- (Knoten-) Monat . . .	27 —	5 —	6 —	56,
5.†	der anomaliſtiſche	27 —	13 —	18 —	35,
6.	der Sonnenmonat	30 —	10 —	30 —	—.

Von dieſen „aſtronomiſchen“, die wirkliche Dauer der Himmelsbewegung in den kleinſten Zeittheilen angebenden Monaten, unterſcheiden ſich aber, bevorworteterma-ßen, die bürgerlichen Monate, welche, zum Gebrauche der Geſellſchaft, aus einer Anzahl von (Chronologie, S. 179. und 181.) ganzen Tagen beſtehen müſ-

* Dieſer Ausdruck rührt (ich habe deßwegen in „Drachenmonat“ hierher verwieſen) von der alten Sitte her, den aufſteigenden Knoten der Mondbahn den „Drachenkopf“, und den abſteigenden den „Drachenſchwanz“ (la tête et la queue du dragon) zu nennen, indem die Mythe den Mond bei ſeinen, immer in der Nähe der Knoten eintretenden Finſterniſſen, im Kampfe mit einem Drachen wähnte.

** Für ängſtlichere Leſer: dieſelben finden in andern Werken, ſtatt der obigen 19° 19′, ohne Angabe des Grundes, 19° 20′. Dieß rührt (vergl. Mond) von der verſchiedenen Beziehung, entweder auf die Nachtgleichen, oder aber auf die Fixſterne her, eine Bemerkung, welche auch für den gleich folgenden anomaliſtiſchen Monat gilt.

† Der gleich Eingangs zur Vergleichung empfohlne Art. Mond betrachtet dieſe fünf Monate (Mond-Umläufe) unter einem noch weiteren Geſichtspuncte.

* Freilich nur „faſt“: wir haben das eigentliche „Mondenjahr“ (vergl. hinten) von 12 ſolchen ſynodiſchen Monaten (ſtatt des Julianiſchen Jahres von 365¼ Tagen) oben nur = 354 Tagen 8 Stunden, alſo beinahe 11 Tage kürzer gefunden.

ſen. Die in unſerm „Kalender“ (vergl. d. A. S. 840.), bei unſerem, bloß auf den Sonnenlauf begründeten, die Rückſicht auf den Mond ganz ausſchließenden Jahre, beobachtete dießfallſige Einrichtung iſt den Leſern hinreichend bekannt, findet ſich aber, auch unter dem hiſtoriſchen Geſichtspuncte, in dem genannten Artikel noch näher erläutert: bei unſern „bürgerlichen“ (den obigen „Sonnen-Monaten“ am nächſten kommenden) Monaten von abwechſelnden 30 und 31 Tagen, worunter alſo nur der Februar eine Ausnahme macht, iſt von einem wiederkehrenden Zuſammentreffen der Neumonde (oder einer andern beſtimmten Phaſe) mit dem 1ſten Monatstage natürlich nicht weiter die Rede: die Neumonde fallen bald auf dieſen, bald auf jenen Monatstag, und kehren erſt nach 19 Jahren auf (vergl. Cyklus, S. 214.) denſelben „Monats“- (Jahres-) Tag zurück, ſo daß, wenn in irgend einem Jahre z. B. am 1ſten Januar Neumond geweſen iſt, nicht früher als im zwanzigſten Jahre darauf Neumond wieder auf den 1ſten Januar kommt *.

Die bürgerlichen „Monate“ anderer (nicht chriſtlicher) Völker dagegen, z. B. der Muhamedaner, richten ſich, wie im ſchon citirten Art. Kalender näher gezeigt wird, wirklich nach dem ſynodiſchen Monate, nach dem Neumonde (oder doch dem erſten Wiederſichtbarwerden *), von deſſen 2maligem Eintritte in (2 . 29½ =) 59 Tagen vorn die Rede geweſen iſt, demgemäß dieſe „Muhamedaniſchen“ Monate (vergl. nochmals Kalender, S. 870.) abwechſelnd aus 30 und 29 (30 + 29 = 59) Tagen beſtehen, ſo, daß (mit Nachhülfe einiger Einſchaltungen) der 1ſte eines jeden „bürgerlichen“ Monates der Muhemedaner, auch in der That, wenigſtens nahe, mit dem aſtronomiſchen „Monate“, mit dem Neumonde (oder mit der angegebenen andern beſtimmten Phaſe), womit einmal angehoben worden iſt, immer wieder zuſammentrifft **.

In ähnlicher Art war die Einrichtung bei manchen alten Völkern, namentlich bei den Griechen, nur daß Letztere die ſolchergeſtalt nach dem Monde regulirten Monate noch zugleich mit dem Sonnen-Jahre zu combiniren bemühet waren, welches ſie alſo zwang, die aus der vorn nachgewieſenen Differenz zwiſchen dem Sonnen- und Mondjahre (365 — 354) entſpringenden 11 Tage zu ganzen Monaten, denen ſie meiſtens 30 Tage gaben, zu vereinigen, welche ſie einſchalteten: ſie ließen demgemäß in der Regel zunächſt „Monate“ von 29 und 30 Tagen wechſeln, vereinigten ſodann die während der 19jährigen

* So traf (Goldene Zahl, S. 670.) um bei den neueſten Beiſpielen ſtehen zu bleiben, auf den 1ſten Januar 1805 ein Neumond, und erſt nach Ablaufe von . . . . . 19 Jahren, alſo mit Eintritte des 20ſten Jahres, auf den 1ſten Januar 1824 abermals ein Neumond, wonächſt wieder nach . . . . . 19 Jahren, alſo im Jahre . . . . . 1843 der Neumond auf den 1ſten Januar, in den Zwiſchen-Jahren aber ſtets auf andere „Monats“- (Jahres-) Tage kömmt.

* Ein ſolcher, von der erſten Wiederſichtbarwerdung des Mondes (der Mondſichel, vergl. unten) nach dem Neumonde bis zur nächſtfolgenden gerechneter, an Dauer dem gewöhnlichen ſynodiſchen Monate offenbar gleicher Monat heißt (bei Deutſchen Schriftſtellern) ein Erleuchtungsmonat (in Lateiniſchen oder Franzöſiſchen Werken finde ich ſeiner nicht erwähnt).

** Das Muhamedaniſche Jahr iſt bei dieſer Beziehung auf den Mond, wie ich hier aus dem citirten Art. Kalender nochmals hervorhebe, auch nur ein aus 12 ſynodiſchen Monaten, alſo (12 . 29½ =) 354 Tagen beſtehendes Monden-Jahr, deſſen ich, mit Verweiſung hierher, eben Erwähnung gethan habe: dieß Muhamedaniſche Jahr ſteht ganz ſo vom Sonnenlaufe, als das unſrige (vergl. vorn) dagegen vom Mondlaufe ab.

Mondperiode, nach welcher, auseinandergesetztermaßen, die Neumonde von selbst wieder auf denselben Jahrestag zurückkehren, aufkommenden obigen (19. 11 =) 209 Tage zu 7 dergleichen, in die einzelnen Jahre (von demnach nicht immer gleicher Dauer) zu schiebenden Schaltmonaten (z. B. 6. 30 + 1. 29 = 209), und bildeten also lauter „bürgerliche", mit den astronomischen daher stets nahe übereinstimmende Monate von 30 und 29 Tagen*. — Das Detail dieses sinnreichen Verfahrens, von welchem ich hier zur plangemäßen eigenen Abrundung des Vortrages über Monat nur eine Idee geben wollte, findet man, wie gesagt, im Art. Kalender, sub initio, und muß ich dießfalls dahin verweisen; — ich hebe nur noch hervor, daß sich dieser Einrichtung gemäß, die ersten Tage jedes Griechischen Monates, wie man gleich einsieht, durch die Wiedererscheinung der Mondsichel bezeichnet fanden, und das Volk sich daher auch nach dem eben erwähnten „Erleuchtungsmonate" richten konnte. Dagegen habe ich, schon in Jahr, S. 801. wegen der Namen der Monate, wie sie bei uns im Gebrauche sind (denn bei den Juden, Türken u. s. w. finden bekanntlich ganz andere Ausdrücke, auf welche ich nicht weiter eingehe, Statt) eine Auskunft im gegenwärtigen Artikel verheißen. Wir haben dieselben zunächst von den Römern entlehnt. Der Januar soll diesen Namen vom Gotte Janus, der März vom Mars, der Mai von der Maja, der Junius von der Juno erhalten haben; den Februar leitet man von „februare" (reinigen) ab, weil in demselben, am Feste der Lupercalien, die Reinigungen der Lebenden (und die Sühnopfer für die Todten) vorgenommen wurden; den April aber soll von „aperire" (öffnen) kommen, indem sich in diesem Frühlingsmonate der Schooß der Erde wieder öffnet; die Namen September, October, November und December erklären sich von selbst, weil sie im Römischen, mit dem März anfangenden Kalender, in der That die 7te, 8te, 9te und 10te Stelle einnahmen; und aus eben dem Grunde hießen der Julius und August anfänglich Quinctilis und Sextilis, und wurden erst später, jener dem Julius Cäsar, dieser dem Kaiser Augustus zu Ehren umgetauft.

Die schönen „Monats"-Namen des Republikanisch-Französischen Kalenders endlich anlangend, welche denn doch wenigstens ihre historische Berühmtheit behaupten werden; so habe ich dieselben, mit ihren Erklärungen gleich im Artikel Kalender, S. 872. beibringen müssen, und verweise schließlich nochmals dahin.

Mond; Luna; *Lune*. Das „Licht unserer Nächte", der von den Astronomen mit dem Zeichen ☾ belegte Neben-Planet (Satellit, Trabant) des Haupt-Planeten Erde*, welchen er in der Monatsbahn umkreist, und indeß mit und von demselben, zugleich in dessen Jahresbahn um die Sonne fortgeführt wird**. Von dem dabei eintretenden ver-

* Nämlich, nach einer mit einem Neumonde anhebenden Periode von 19 Julianischen Jahren, sind (vergl. wieder Cyklus, S. 214.) 235 synodische Monate genau so abgelaufen, daß mit dem letzten Tage des 19ten Jahres die 235te Lunation eben auch schließt, und daß also mit dem 1sten Tage (unserm 1sten Januar) des 20sten Jahres gerade ein Neumond eintritt. Die Griechen konnten daher durch lauter solche synodische Monate fortgehend, ihre Zwischenjahre beliebig mit einem solchen anfangen und beenden, und trafen am Schlusse des 235ten derselben doch wieder dergestalt mit dem Julianischen (dem Sonnen-) Jahre zusammen, daß der Folgetag zugleich (Monden-) Monats- und (Sonnen-) Jahres Anfangstag wurde.

* Die größere Ausführlichkeit des Artikels wird unter diesem Gesichtspuncte der nächsten Beziehung zu uns ihre natürliche Rechtfertigung finden.

** Es ist also nicht die isolirte Erde, welche um die Sonne läuft, sondern das durch sie und den mit ihr verbundenen „Mond" gebildete Erdsystem, in welchem sie selbst nur als das Hauptglied erscheint; und unser Planet Erde zeichnet sich (vergl. unten) hierdurch vor den

ſchiedenen Stande des Mondes gegen die ihn erleuchtende Sonne, rührt es her, daß ſich uns dieß an und für ſich dunkle Geſtirn, mit ſeinem alſo von ihr nur erborgten Lichte, in bekannter Erſcheinung, deren ich aber, als des auffallendſten Umſtandes, ſogleich wenigſtens allgemeine Erwähnung thun muß, bald ſichelförmig, bald oval, bald kreisrund (Vollmondsſcheibe) darſtellt, oder ſich auch unſern Blicken eine Zeit lang ganz entzieht, worüber das Weitere hiernächſt in dem beſonderen Art. Mondphaſen beigebracht werden ſoll. Hier hebe ich, in dieſem Bezuge, nur noch alsbald hervor, daß uns jene ſcheinbare Scheibenform von der wirklichen Kugelform des Mondes verſichert, da eine Kugel aus ſeiner Entfernung nicht anders erſcheinen kann, worüber das Nähere indeß auch erſt noch unten vorkommen wird. Eine fernere Beobachtung des Mondes lehrt, daß er, mit eigener Bewegung unter den Fixſternen ſehr ſchnell, täglich faſt 13°, nach der Folge der Zeichen (in der aller planetariſchen Revolution gemeinſchaftlichen Richtung, von Weſten nach Oſten, von der Rechten zur Linken), fortrückt. Hierbei iſt kein Stillſtand und Rückgang (gleichwie bei den Planeten, von denen uns ſonſt namentlich Venus in ganz ähnlicher Art „Phaſen“ zeigt) zu bemerken; wohl aber erfolgt die Bewegung übrigens nicht weniger ungleich als die planetariſche, indem ſie abwechſelnd langſamer und ſchneller gefunden wird. Auch geht der Mond dabei nicht in der Ekliptik ſelbſt, ſondern hat bald eine nördliche, bald eine ſüdliche Breite, die jedoch nie über 5 1/4° ſteigt.

Aus dieſen Wahrnehmungen, welche ſchon von der früheſten Aſtronomie nicht verkannt werden konnten, hat man demnach ſogleich ſchließen dürfen, daß der

Planeten Mercur, Venus und Mars, zu deren Gruppe er übrigens gehört, und mit welchen er ſonſt ſoviel Aehnliches gemein hat, beſonders aus (wiewohl ich auf dieſe Veranlaſſung die ſchon öfters gemachte Bemerkung wiederhole, daß die Nicht-Exiſtenz von Monden bei Mars, für deren Vorhandenſeyn vielmehr eine ſtarke Analogie ſpricht, noch nicht vollkommen erwieſen iſt).

Dieſer Verbindung zu einem Syſteme gemäß, läuft, genau genommen (vergl. Gravitation, S. 705. und Brennpunct, S. 138.) weder der Mond um das Centrum der Erde, noch dieſe ſelbſt um das Centrum der Sonne: im „Erdſyſteme“ bildet ſich nach dem Geſetze des Gleichgewichtes, zwiſchen Mond und Erde ein gemeinſchaftlicher Schwerpunct, um den ſich zunächſt beide bewegen, indeß dieſer Punct die Bahn um die Sonne (oder vielmehr wieder um den gemeinſchaftlichen Schwerpunct des ganzen Sonnenſyſtems) beſchreibt. Man denke ſich, zur Verſinnlichung hiervon, einen doppelarmigen Hebel, an den Enden ſeiner beiden Arme von den Längen L und l, die reſpectiven Gewichte der Mondmaſſe = m, und Erdmaſſe = E tragend; ſo iſt bekannt, daß ein Gleichgewicht nur beſtehen kann, wenn

$$l : L = m : E$$

Nun wiegt, wie ich aus dem Texte ſchon hier anticipiren muß, der Erdkörper 87 Mal ſo viel als der Mondkörper (d. h. beide Geſtirne zuſammen wiegen ſo viel als 88 Monde), und auf die ganze (mittlere) Entfernung zwiſchen beiden kommen (vergl. wieder hinten im Texte) 51829 Meilen; $\frac{51829}{88}$ iſt aber = 589 = l = dem kürzeren Hebelarme, d. h. wirklich = der Entfernung des Erdmittelpunctes von dem, in Rede ſtehenden, gemeinſchaftlichen Schwerpuncte. Hierbei iſt indeß wohl zu bemerken, daß, da der Halbmeſſer der Erdkugel . . 859 Meilen beträgt, jener, von ihrem Mittelpuncte alſo nur 589 —

abſtehende Schwerpunct, doch noch um . . . . . 270 Meilen innerhalb derſelben fällt (gleichwie Aehnliches vom ebenfalls erwähnten Schwerpuncte des ganzen Sonnenſyſtems in Bezug auf den Sonnenmittelpunct gilt), demgemäß für die Berechnungen ein Unterſchied zwiſchen dieſen Puncten, welchen ich jetzt nur gleich hervorheben wollte, in der Folge meines Vortrages weiter nicht mehr gemacht werden wird.

Mond wirklich die gleich Eingangs postulirte Bewegung in einer Bahn um die Erde* habe, daß er diese Bahn (vergl. d. vorangehenden Art. Monat) selbst in der Zeit von etwann 27½ Tagen (1 Tag : den obigen 13° = 27½ : nahe 360°) durchlaufe, daß aber die Erde (von deren Entfernungsverschiedenheit die Ungleichheit der Bewegung abhängt) nicht genau im Mittelpuncte der Bahn stehe, und daß letztere auch nicht in der Ekliptik liege, sondern gegen dieselbe unter einem Winkel von den angegebenen 5¼° geneigt sey. Ausserdem zeigen die Sonnenfinsternisse, bei denen der Mond, die Sonne verdeckend, zwischen sie und die Erde tritt, daß er uns näher als dieses Gestirn ist; und da er solchergestalt nicht nur sie, sondern auch alle übrigen Gestirne, welchen er begegnet, bedeckt, so muß er schlechterdings überhaupt der der Erde nächste Himmelskörper seyn. — Die angedeutete Möglichkeit, sich durch diese Umstände die vollkommenste Gewißheit über die behauptete wirkliche Umlaufung der Erde durch den Mond, als das ihr nächste Gestirn, zu verschaffen (wogegen, eben zur Erregung von Mißtrauen bei zweifelsüchtigen Lesern, die von der früheren Astronomie nicht weniger prätendirte Umlaufung der Erde namentlich durch die Sonne, späterhin doch als bloße sinnliche Täuschung befunden wurde) habe ich, wie gesagt, zuvörderst im Allgemeinen recht hervorheben wollen; und gehe nun erst in strengerer Form und mit genauerem Zahlendetail in meiner Mond-Monographie weiter.

Unser Mond, der Trabant unseres Planeten Erde, gehört, wie also schon aus diesen vorläufigen Betrachtungen unwidersprechlich erhellt, und wie ich nur Behufs der Beibringung der in der Anmerk. aufgestellten Ansicht, nochmals wiederhole, zur Classe der Nebenplaneten, d. h. derjenigen Gestirne des Sonnensystems, welche zunächst um ihren Haupt-Planeten eine Bahn beschreiben, zugleich aber von dem letzteren um die Sonne geführt werden*; — die übrigen Monden-begleiteten Planeten, welche wir kennen: Jupiter, Saturn, Uranus (vergl. d. A. A.) haben mehrere Monde; und die Begleitung durch Einen Mond ist demnach, wie (vergl. gleich vorn**) auch besonders hervorgehoben werden muß, eine auf unsern Planeten eingeschränkte Auszeichnung: das einzige Beispiel dieser Art im ganzen Systeme.

Jene Bahn des Mondes um die Erde ist, gemäß der (vergl. Bahnen, S. 92.), aller progressiven Gestirnbewegung gemeinschaftlichen Bahnform, eine Ellipse, deren einen Brenn- (den „Kraft"-) Punct demnach die Erde, als der Centralkörper des Mondlaufes, einnimmt, deren Excentricität (s. gleich unten) sich aber so unbedeutend findet, daß man wenig irrt, wenn man diese Ellipse als einen Kreis behandelt, in welchem die Erde nur etwas ausser dem Mittelpuncte steht (Excentrischer Kreis, wie auch darüber ein eigener ausführlicher Artikel handelt). Indeß rührt es, wie man leicht einsieht, daher, daß der Mond bei jedem Umlaufe in eine weiteste und eine geringste Entfernung von der Erde (Erdferne, Erdnähe, beides besondere A. A. abgebend) kömmt: in der ersteren ist er von ihr im Mittel . . 55000,
in der letzteren . . . 48000 Meilen
entfernt, wonach die eben erwähnte „Excentricität" = ... $\frac{7000}{2}$

* Die Vereinigung aller der angeführten Einzelheiten zu diesem strengen Schlusse überlasse ich zweifelsüchtigen Lesern selbst, gleichwie ich Ihnen die Sätze über die Bewegung der Erde (vergl. d. A.) nicht aufgedrungen, sondern Sie dieselben auch selbst habe finden lassen.

* Mädler, der Mondtopograph per excellentiam (die Angabe seiner Mondwerke unten), stellt unsern Planeten Erde in dieser Relation zum Monde als Nebenplaneten, unter dem Gesichtspuncte eines, „den Doppelsternen analogen Doppel-Planeten" dar, eine Ansicht, welche sich im Art. Fixsterne („Doppelsterne"), S. 563. weiter ausgeführt findet.

** Ich habe dort nämlich von „Monden, nicht von Einem Monde des Mare" gesprochen, und kann mich, obwohl die wirkliche Entdeckung noch nicht geglückt ist, aus analogischen Gründen, von dieser Ueberzeugung, welche auch Bode

= 3500 Meilen betrüge. Allein dieselbe ist, wie ich alsbald bevorworten muß, gleich allen übrigen Dimensionen der Mondbahn, aus Gründen, über welche sich d. A. Mondungleichheiten näher verbreiten wird, großen periodischen Veränderungen unterworfen; und die Leser finden sie daher in den Tafeln, ebenfalls nach einem Mittelwerthe, nur = 0,055 der halben großen Axe angesetzt, welches sie (ich komme hinten noch unter einem andern Gesichtspuncte darauf zurück) (55000 + 48000 = 103000, davon die Hälfte etwann = 52000, und multiplicirt mit den 0,055) noch nicht ganz = 3000 Meilen gibt. Aus denselben Gründen werden wir fernerhin die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde (welche, gleich Eingangs, nach dem dort von Mädler berechneten Durchschnitte, mit einer die Leser wohl überraschenden Präcision, zu 51829 Meilen bestimmt ist, in runderer Zahl) = 52000 Meilen = etwann 60 Halbmessern der Erdkugel* (= 60 . 859½ Meilen) setzen, demgemäß die Entfernung des Mondes von der Erde ziemlich $^1/_{400}$ der Entfernung der letzteren von der Sonne $\left(\frac{20800000}{400}\text{ Meilen}\right)$ austrägt*.

(„Sternkunde". I. 474.) mit mir theilt, nicht trennen.

* Bei der Herleitung der Entfernung des Mondes von der Erde durch Beobachtung seiner Horizontal-Parallaxe (wozu letzterer Art. ausführliche Anleitung ertheilt), liegt nämlich, wie ich mit Verfolgung des sogleich betretenen hevrißischen Weges, besonders bemerke, der Halbmesser der Erde als Einheit zu Grunde, woraus die Meilenzahl sodann durch Multiplication mit den obigen 859½ Meilen, welche er selbst enthält, folgt. Nehmen wir nun ferner an, eine solche Beobachtung sey in der mittleren Entfernung des Mondes gemacht, und es sey dabei zugleich sein Durchmesser gemessen worden, so lassen sich aus dem nachherigen Maße des letzteren in der Erdferne (S. 374.), wo derselbe, im Verhältnisse der gewachsenen Entfernung, natürlich am kleinsten, und in der Erdnähe, wo er am größten erscheinen muß, durch Regel-de-tri, die, im Texte von mir angegebenen entsprechenden Entfernungen in Meilen folgern.

Um aber überdieß die Uebereinstimmung jener neueren (Mädler'schen) Ermittlungen mit älteren darzuthun, und dadurch das Vertrauen der Leser, worauf mir freilich Alles ankommen muß, vollkommen zu befestigen; so füge ich noch hinzu, daß schon Lalande („Mémoire sur la parallaxe de la Lune". Paris. 1752.) die größte mögliche Horizontal-Parallaxe des Mondes (also beim geringsten Abstande von der Erde) . . . . . 61′ 32″,
die kleinste . . . . 54 — 2
gefunden hat, woraus die
mittlere . . . . $\frac{115'\ 34''}{2}$
= 57′ 47″ (Littrow gibt 57′ 34″) hervorgeht. Jener größten Parallaxe entspricht (wie man bei Anwendung der l. c. gelehrten Methode ersieht) ein kleinster Abstand von 55,87 Erdhalbmessern, der kleinsten,
ein größter von 63,62 — —,
welches den mittleren, in runder Zahl, wie oben $\frac{120}{2}$ = . 60 Erdhalbmessern gibt. — Es folgt hieraus endlich, daß $\left(\frac{60}{2} =\right)$ 30 Erdganzmesser, d. h. 30 an einander gesetzte Erdkugeln von uns ab den Mond erreichen würden.

* Zur Bestimmung dieses Entfernungsverhältnisses des Mondes und der Sonne von der Erde hat schon der Griechische Astronom Aristarchus von Samos (um 280 vor Christus) eine Methode vorgeschlagen, welche, unter dem bloß theoretischen Gesichtspuncte, Nichts zu wünschen übrig läßt. Sey nämlich Fig. 2. der Tafel V., T die Erde, L der Mond in seiner Bahn um dieselbe, S die Sonne; so müßte, wofern die Entfernung der letzteren von der ersteren unendlich, d. h. TS parallel mit LS wäre, die Quadratur eintreten, wenn Winkel LTS eben = TLS = 90° würde. Hat jener Parallelismus

Den Lauf des Mondes in jener seiner Bahn um die Erde (den „geocentrischen“*, wo aber der Ausdruck nicht im Sinne wie bei der planetarischen Bewegung steht, sondern also einen wirklichen Umlauf um den Erdmittelpunct bezeichnet) kann man aber (vergl. d. A. Monat, als Mondumlauf, wo hierher verwiesen ist) zunächst nach drei** verschiedenen Beziehungen betrachten, je nachdem man den Ort dieses Gestirns mit den Fixsternen, den Aequinoctialpuncten (welche uns, diese wie jene, als allgemeine Vergleichsmerkmale aller Himmelsbewegung schon so vielfach bekannt geworden sind), oder aber mit der Sonne (die, beim Umlaufe des Mondes mit seinem Hauptplaneten um sie, ein solches besonderes Merkmal mehr abgibt) vergleicht.

Man beobachte erstlich den Fixstern, bei welchem der Mond z. B. heut Abend steht. Morgen um dieselbe Zeit sieht man ihn ziemlich 13 Grad östlich vom nämlichen Sterne entfernt, und man findet, bei fortgesetzter Beobachtung seines also immer weiteren östlichen Abrückens, daß er 27 T. 7 St. 43′ 11″, 54 gebraucht, um, nach einem vollen Himmelslaufe von 360°, zum selbigen Sterne zurückzukehren. Dieser Umlauf („Monat“) heißt bekanntlich der „siderische“, und er ist (den Fixstern indeß als völlig unbeweglich angenommen) vorzugsweise in aller Strenge der wahre (indem, wie gesagt, bei demselben genau 360°, nicht weniger, nicht mehr, zurückgelegt werden).

Vermöge der allgemeinen Präcession (s. Vorrücken der Nachtgleichen) rücken aber die Aequinoctialpuncte, von denen aus wir die „Längen“ am Himmel zählen, in einer, aller, nach Osten gehenden planetarischen Bewegung entgegengesetzten Richtung nach Westen fort; und der Mond muß demnach den Ort des indeß veränderten (ihm gleichsam entgegenkommenden) Aequinoctiums früher wieder erreichen, als er das unveränderte erreicht haben würde. Das neue Aequinoctium ist nun solchergestalt, während des siderischen Umlaufes (Monates), 3″, 75 im Bogen westlich gekommen, zu deren Durchlaufung der Mond (vergl. die rechnende Nachweisung in Monat) 6″, 84 Zeit gebraucht hätte, und um welche letztere er das Aequinoctium also früher als den Fixstern wieder erreicht, dem zu Folge sein (zweitens) „tropischer“ Umlauf soviel kürzer als der siderische, nämlich nur = 27 T. 7 St. 43′ 4″, 70 ausfällt (und bei demselben auch nicht volle 360°, sondern jene 3″, 75 weniger zurückgelegt werden).

Inzwischen ist aber auch wieder die Erde in ihrer eigenen Bahn um die Sonne, den Mond mit sich fortführend, fast um ein ganzes Zeichen, im Sinne der Mondbewegung nach Osten, fortgegangen; und der Mond muß folglich noch einen entsprechenden Bogen in seiner Bahn machen, um zur nämlichen Stellung gegen die (Erde und) Sonne zurückzukehren, d. h. (drittens) seinen „synodischen“* Umlauf zu vollenden.

* Man bezeichnet die Stellungen (Aspec-

aber nicht Statt, so ist LTS nur = 90° — TSL. Aristarch mißt also im Augenblicke der Quadratur den Winkel LTS (die scheinbare östliche Entfernung des Mondes von der Sonne), und kennt daraus alle Winkel des vorliegenden rechtwinkligen Drei-Ecks, mithin auch das gesuchte Verhältniß der Seiten TL, TS, d. i. der Entfernungen des Mondes und der Sonne von der Erde. — In der Praxis hat diese Methode aber Schwierigkeiten, weil der präcise Augenblick der Quadratur schwer zu erkennen, Winkel LTS, wegen Kleinheit von TSL, auch zu wenig von einem rechten verschieden ist.

D. A. Sonne führt mich übrigens auf diese sinnreiche Idee zurück.

* Heliocentrisch erscheint der Mondlauf als eine Cykloide, „Radlinie“: der Mond (der Kopf eines Radnagels) umläuft den Erdmittelpunct (des Rades Axe), indeß letzterer dabei zugleich selbst um die Sonne kreist. — Dieß gewährt eine vollkommen anschauliche Vorstellung.

** Auf die Beziehung zu den Knoten und den Apsiden (den „Drachen-“ und den „anomalistischen“ Monat, vergl. immer den letzteren Artikel) führt mich der Verfolg unserer Untersuchungen.

Derſelbe währt, nach der abermals im Art. Monat beigebrachten Rechnung 29 T. 12 St. 44′ 2″, 8, und iſt demnach länger als der ſideriſche von 27 T. 7 St. 43′ 11″, 54 um 2 T. 5 St., binnen welchen der Mond die (l. c. nachgewieſenen) 29° mehr als den wahren „ſideriſchen“ Umlauf der 360° zurückzulegen hat*. — Gegen dieſen ſo bedeutenden Unterſchied zwiſchen dem ſynodiſchen einer-, und dem ſideriſchen ſowohl als dem tropiſchen Umlaufe anderſeits, kommt der, angegebenermaßen, nur wenige Secunden betragende eigene Unterſchied zwiſchen den beiden letzteren Umläufen (Monaten) nicht in Betracht, daher man ſie beide auch unter dem gemeinſchaftlichen Namen des periodiſchen, jenem ſynodiſchen entgegenſetzt.

Keiner der obigen drei Werthe iſt übrigens, in aller Strenge, unveränderlich: ſie ſind, wie ſich aus dem deßhalb gleich ſo ſorgfältig hervorgehobenen Umſtande der großen Ungleichheiten des Mondlaufes ſchließen läßt, ſämmtlich nur Mittelwerthe, und zwar nur für das laufende Jahrhundert, da jene Ungleichheiten zum Theile ſelbſt mit der Zeit einen andern Werth annehmen. Vorzüglich aber kann der ſynodiſche Umlauf beträchtlich verſchieden ausfallen, indem namentlich bei dieſem die Ungleichheiten des Mondlaufes mit denen des Erdlaufes conſpiriren: wenn ſich die Erde in ihrer Sonnennähe befindet (um Jahresanfang), und wo alſo der ſtörende (aufhaltende, verzögernde) Einfluß der Sonne am ſtärkſten iſt, ſteigt die Dauer eines ſynodiſchen Monates zuweilen auf 29 Tage 18 Stunden*; in der Sonnenferne dagegen währt die Lunation, bei ſchwächerem Störungseinfluſſe der Sonne, zuweilen nur 29 Tage 6 bis 7 Stunden.

Von den linearen Dimenſionen der Bahn-Ellipſe, in welcher der Mond dieſe Umläufe macht, und namentlich von der „Excentricität“, welche wir = 0,055 der halben großen Axe gefunden hatten, iſt ſchon oben die Rede geweſen; ich bemerke in Betreffe derſelben, auf welche ich hier zurückkommen wollte, nur noch, daß wenn man ſie (die halbe große Axe = Radius = 1) als den Sinus des Winkels („Excentricitäts-Winkels) betrachtet, welchen die mittlere Entfernung (der mittlere Radius vector) mit der halben kleinen Axe am Umfange der Ellipſe einſchließt, dieſer Winkel 3° 9′ (sin 3° 9′ = 0,0549) beträgt.

Der Bogen zwiſchen dem jedesmaligen wahren Bahnorte des Mondes und dem Puncte der Erdnähe (Perigäum), vom Mittelpuncte der Erde aus gemeſſen (der Winkel zwiſchen der großen Axe und dem Radius vector, am letzteren Puncte, als „Kraftpuncte“ des Mondlaufes) heißt des Mondes „wahre“ Anomalie (vergl. d.

ten) der „Conjunction“ und „Oppoſition“, namentlich beim Mondlaufe, mit dem gemeinſchaftlichen Namen der Syzygien (vergl. d. A.), daher der „ſynodiſche“ Monat auch als die „Wiederkehr des Mondes zu den Syzygien“ definirt werden kann.

* Mädler, der ſchon oben erwähnte Mondtopograph, macht hierzu die intereſſante Bemerkung, „daß demgemäß die Zahl der ganzen ſynodiſchen Mondumläufe, welche Ein tropiſches Erdenjahr begreift, um 1 kleiner als die der ſideriſchen ſeyn müſſe, gleichwie ſich, in ähnlicher Art, die Anzahl der ganzen Sonnentage Eines tropiſchen Jahres eben auch um 1 kleiner, als die der indeß Statt habenden Sterntage (Axendrehungen) findet“ (indem — vergleiche Weltſyſtem, Copernikaniſches — die Erde zur Vollendung von 365 ſolchen Sonnentagen 366 Axendrehungen ausführen muß). — In der That kommen auf 1 Erdenjahr (365 Tage) ganze „ſynodiſche“ Umläufe 12, ganze „tropiſche“ Umläufe 13, welches die obige Differenz von 1 gibt; denn 12 ſynodiſche Monate (zu 29 T. 12^h 44′) tragen 354 T. 8^h 48′, und 13 tropiſche Monate (zu 27 T. 7^h 43′) 355 T. 4^h 19 aus.

* Dieſe Grenze gibt Mädler in der „Selenographie“, S. 3.; ich finde aber in meinen Collectaneen eine Lunation:

1831. Decbr. 3. 20^h 31′ 8.
1832. Jan. 2. 16 — 10′ 3.
alſo über 1½ Stunde mehr.

29 T. 19 St. 38′, 5.

A. *). Um aber bei der Berechnung ein Element einzuführen, welches sich einfach wie die Zeit verhält, hat man eine mittlere Anomalie, d. h. einen eingebildeten Ort des Mondes gewählt, welchen dieses Gestirn einnehmen würde, wenn seine Winkelbewegung um das Erd-Centrum ganz gleichförmig wäre: der Unterschied zwischen jener „wahren" und dieser „mittleren Anomalie" heißt auch hier die Mittelpunctsgleichung. Vom Perigäum ausgehend bis hin zum Apogäum ist die wahre Anomalie stets größer als die mittlere: die „Mittelpunctsgleichung" muß, wenn man die erstere aus der letzteren haben will, dieser hinzugesetzt werden; sie ist additiv (positiv); — vom Apogäum an dagegen bis zum Perigäum tritt der umgekehrte Fall ein, und der Betrag jener Gleichung wird subtractiv (negativ); — in den Puncten des Perigäums und Apogäums selbst ist sie = 0 **; — der größte Werth endlich, welchen sie erreichen kann, beträgt (die größte Ortsverschiedenheit zwischen einem „mittleren" und dem wahren Monde, die „größte Mittelpunctsgleichung" ist =) 6° 18′ 28″ (nach Mädler; Hansen gibt 6° 17′ 12″).

Die Bahn des Mondes um die Erde fällt, wie vorläufig schon Eingangs bemerkt worden ist, hier aber näher erörtert werden muß, nicht mit der Bahn der Erde um die Sonne (Ekliptik) zusammen; die Ebene der ersteren ist vielmehr gegen die Ebene der letzteren geneigt, macht mit ihr einen Winkel, welcher Winkel, welche Neigung (vergl. d. A.) einen mittleren (denn er findet sich, wie, bevorwortetermaßen, alle Elemente der Mondbahn, bedeutenden periodischen Veränderungen unterworfen) Werth von 5° 8′ 47″ hat. Die beiden Durchschnittspuncte der Ebene der Mondbahn mit der sie also halbirenden Ekliptik heißen die Mondknoten: derjenige, von welchem ab der Mond die nördliche Hälfte seiner Bahn durchläuft (zu uns, den Bewohnern der nördlichen Halbkugel herauf° steigt, heißt deßwegen) der aufsteigende (☊); der entgegengesetzte, den Anfangspunct der südlichen Bahnhälfte abgebende heißt (eben, weil der Mond von da an zu der uns entgegengesetzten Halbkugel niedersteigt) der niedersteigende (☋). Der Ort dieser Knoten ist aber auch wieder veränderlich: schon während Eines Mondumlaufes weichen sie um beiläufig 1½° nach Westen zurück **, und beschreiben in dieser Art den ganzen Kreis (volle 360°) in 18 Julianischen Jahren (also zu 365¼ T.) 218 Tagen 21 Stunden †; — und die Rückkehr des

* Da jedoch in diesem Artikel besonders nur von den Haupt-Planeten die Rede ist, so muß die Erklärung der Kunst-Ausdrücke der betreffenden Theorie, in Beziehung auf den Neben-Planeten „Mond", hier wiederholt werden: was z. B. dort „Perihelium" hieß, heißt hier natürlich „Perigäum u. s. w.

** Die mittlere Anomalie ist, wie gesagt, nur eine Fiction, deren Wesen darin besteht, den „mittleren Mond" mit dem wahren Monde zugleich vom Perigäum ausgehen und, aller unterwegs eintretenden Ortsverschiedenheiten ohnerachtet, doch mit demselben im Apogäum auch wieder zusammentreffen zu lassen, daher in diesen beiden Puncten eine solche Ortsverschiedenheit, eine „Mittelpunctsgleichung" nicht weiter Statt finden kann, sondern letztere also, angeführtermaßen, dort = 0 seyn muß.

° Wobei freilich — wohl zu merken — im ersteren Falle, also die Theilung des Himmelsgewölbes durch die Ekliptik in eine nördliche und südliche Hälfte, im andern aber der Erdkugel durch den Aequator in die nördliche und südliche Halbkugel gemeint ist, welches indeß, wie man leicht einsieht, auf den Erfolg des in Rede stehenden „Heraufsteigens" keinen Einfluß hat.

** Diese eigene Bewegung der „Mondknoten" ist, woran ich, der Verbindung wegen, hier erinnern muß, zugleich eine der Ursachen der Periodicität der doch nur in ihrer Nähe möglichen Finsternisse, worüber sich des Nähere im letzteren Art. S. 525. Sp. 1. unten, findet.

† Die Leser finden bei andern Schriftstellern „18 Jahre 228 Tage, also fast 10 Tage mehr. Dieß rührt, wie ich vorläufig schon in Monat angedeutet habe,

Mondes zu diesen Knoten ist nun derjenige Umlauf, derjenige Monat, welchen wir im letzteren Artikel unter der dort erklärten Benennung des „Drachenmonates“ kennen gelernt haben, und deßentwegen auch nur eben erst hierher verwiesen ist *.

Diese Veränderlichkeit der Lage der Knoten der Mondbahn auf dem Umfange der Ekliptik (womit sich noch die eben auch erwähnte Veränderlichkeit der „Neigung“ selbst verbindet) ist die Ursache, daß auch der Winkel der Mondbahn mit der Ebene unseres Aequators große Veränderungen erleidet: dieser Winkel schwankt zwischen den weiten Grenzen von 18° 10′ und 28° 46′ hin und her. Wenn der aufsteigende Knoten mit der Frühlingsnachtgleiche zusammenfällt, so hat die gegen die Ekliptik also um beiläufig 5° geneigte Mondbahn eine solche Lage gegen dieselbe, wie es die Fig. 3. der Tafel V. zeigt, und macht demgemäß mit dem, seinerseits von der Ekliptik um die „Schiefe“ = 23°, abstehenden Aequator einen Winkel von 23° *plus* 5° = den 28° (ich lasse die Minuten weg); fällt jener Knoten aber mit der Herbstnachtgleiche zusammen, so findet sich die Mondbahn dagegen (Fig. 4.) zwischen der Ekliptik und dem Aequator, und ihr Winkel mit der Ebene des letzteren beträgt nur 23° *minus* 5° = den 18°, — woraus folgt, daß der Mondpole (uns, im Meridiane) um volle 10° näher * als im letzteren kömmt, ein Umstand, welchen ich hier gleich so sorgfältig hervorhebe, weil ich gezwungen bin, in der Theorie der Nutation (s. Wanken der Erdaxe) darauf zurückzukommen.

Endlich ist aber auch die Lage der großen Axe (der Apsidenlinie) der von uns bis jetzt betrachteten Bahn-Ellipse des Mondes um die Erde veränderlich: diese Axe, und mit ihr solchergestalt das Perigäum des Mondes, hat eine rechtläufige (eine directe, d. h. also von Westen nach Osten gehende) Bewegung, welche schon bei Einem Umlaufe beiläufig 3 1/3° beträgt, demgemäß der volle Kreis (360°) siderisch in 8 Julianischen Jahren 310 Tagen 14 Stunden ** zurückgelegt wird; — die Rückkehr des Mondes aber zu dem, indeß also vor-

von dem doppelten Umstande her, ob, wie oben, Julianische oder gemeine Jahre gemeint sind, und ob Bezug auf die Fixsterne oder die Nachtgleichen genommen wird. Diese letzteren rücken nämlich auch nach Westen ein wenig zurück, daher ihnen die Knoten später als den Fixsternen nachkommen, wozu der Unterschied zwischen den Julianischen und den gemeinen Jahren (18. 1/4) mit 4 1/2 Tagen tritt, um die scheinbare Differenz der 10 Tage herauszubringen.

* Diese Wieder-Erreichung der Knoten durch den Mond nach Einem seiner Umläufe (die als „Drachenmonat“ bezeichnete Periode) darf nicht verwechselt werden mit der oben nachgewiesenen Periode des eigenen Umlaufes der Knotenlinie, eine Bemerkung, welche auch vom gleich folgenden, „anomalistischen“ Monat und der Revolution der Apsidenlinie gilt.

* Die Leser könnten geneigt seyn, es diesem Umstande beizumessen, daß Sie zuweilen den Mond im Meridian ihrem Zenith so sehr viel näher als sonst sehen: dieß ist besonders auffallend beim Vollmonde im Winter, hat aber eine ganz andere Hauptursache, mit welcher sich die eben angeführte nur verbinden kann, um die Erscheinung noch auffälliger zu machen. Da der Vollmond nämlich der Sonne in der Ekliptik (ich abstrahire von der geringen Neigung seiner Bahn gegen dieselbe, und nehme ihn in ihr selbst an) diametral gegenüber steht; so muß er sich im Winter im Meridiane hoch wie sie im Sommer, und im Sommer dagegen niedrig wie sie im Winter zeigen, welcher Unterschied die doppelte „Schiefe“, also über 46° beträgt. — D. A. Mondphasen führt mich hierauf zurück; da die Beobachtung aber gewiß schon von den meisten Lesern zu Ihrer Ueberraschung selbst gemacht worden ist, so habe ich die Erklärung lieber gleich beibringen wollen.

** Wenn die Leser in andern Werken eine etwas andere Angabe finden, so rührt dieß wieder von der schon vorn hervor-

wärts gegangenen Perigäum ist denn (vergl. d. voraufgehende Anmerk.) endlich und letztlich derjenige Umlauf, welchen wir, indem, angeführtermaßen, von diesem Puncte ab, die „Anomalien" des Mondes gezählt werden, im Artikel Monat, als „anomalistischen" näher bezeichnet haben.

Neben dieser progressiven Bewegung in der Bahn, hat der Mond (die Mondkugel, wie ich diese Gestalt des Mondes gleich Eingangs nachgewiesen habe) nun aber ferner auch eine rotatorische: dieses Gestirn drehet sich, gleich allen übrigen uns näher bekannten Weltkörpern, und, mit Bezug auf den Centralkörper, auch in derselben Richtung von Westen nach Osten, um eine durch seinen Mittelpunct gehende Axe; allein die Rotation des Neben-Planeten Erdmond, so wie (vergl. d. Collectiv-Artikel Nebenplaneten) sämmtlicher andern (der Jupiters-, Saturns-, Uranus-) Monde unseres Systems, unterscheidet sich von der rotatorischen Bewegung der Haupt-Planeten wesentlich dadurch, daß, wenn sich bei diesen eine tägliche Axendrehung mit einem jährlichen** Umlaufe (um die Sonne) verbindet, unser Mond dagegen (und zwar also nach Art aller Monde) während Eines ganzen siderischen Umlaufes um die Erde (um den Centralkörper), auch nur Einmal* um seine Axe rotirt, demgemäß der (Axendrehungs-) Tag (1 Mondtag und 1 Mondnacht) des Mondes dem (Umlaufs-) Jahre (dem Monate) dieses Gestirns an Dauer gleich ist. — Die unten vorkommenden Betrachtungen über die ganz eigenthümliche physische Beschaffenheit des Mondes führen mich hierauf zurück.

Daß sich dieses aber wirklich so verhalte, geht zuvörderst aus der Beobachtung der eigenthümlichen, ganz bestimmt gestalteten Mondflecke (auf welche ich auch unten ausführlich zurückkomme) hervor: wir sehen immer und immer, bei jeglichem ganzen Umlaufe des Mondes, nur die unverkennbar nämlichen Flecke; der Mond kehrt uns also auch immer die nämliche (durch die nämlichen Flecke bezeichnete) Hälfte seiner Kugel zu; zeigt uns nur diese*, während er die andere Halbkugel immer von der Erde abgewendet hält; und er muß sich also bei jedem Umlaufe auch gleichzeitig nur Einmal ganz um seine Axe drehen.

Ich bitte meine Leser, zur Erlangung der innigsten Ueberzeugung davon, daß sich der Mond, wenn er der Erde während Einer Umlaufung immer nur dieselbe Halbkugel zugewendet, und die entgegengesetzte immer abgewendet halten soll, indeß gleichzeitig auch Einmal ganz um seine Axe drehen muß, einen runden Tisch (die Mondbahn) dergestalt zu umgehen, daß Sie die linke Wange (die eine Mondhalbkugel) stets gegen Tisches Mitte (die Erde) gerichtet haben, während also die rechte Wange (die andere Mondhälfte) stets abgewendet bleibt; Sie werden dann finden, daß dieß nur geschehen kann, indem Sie sich, wie gesagt, gleichzeitig auch Einmal ganz um sich selbst drehen: denn diese „rechte Wange" findet sich, nach Umlaufung der halben Bahn, in einer der ursprünglichen gerade entgegengesetzten Lage: dieselbe ist nun z. B. nach Süden gerichtet, wenn sie es ursprünglich nach Norden war**. — Die-

gehobenen Bezugnahme auf die Nachtgleichen statt der Fixsterne, und auf gemeine statt der Julianischen Jahre, her.

* Versteht sich, die Ausdrücke „Tag" und „Jahr" mit Bezug auf jeden bestimmten Planeten gemeint.

** Man vergleicht diese verbundene rotatorische und Umlaufs-Bewegung der Haupt-Planeten am besten mit einer rollenden, die der Neben-Planeten dagegen mit einer bloß gleitenden Kugel; dieses einzige Wort sagt eigentlich Alles.

* Von der „Libration" (s. unten), welche meinen Lesern schon einfallen könnte, ist hierbei noch abgesehen, und die Rotations-Axe des Mondes vorläufig vollkommen perpendicular auf der Ebene seiner Bahn angenommen.

** Ich bin in diesem Bezuge so genau, weil es wirklich schwer hält, sich von der Illusion, der Mond drehe sich hierbei nicht um seine Axe, los zu machen; selbst Wolf („Anfangsgründe d. Astronomie". Halle. 1716. 8. §. 314.) schließt noch so. Allein man versetze einen Beobachter wäh-

ser eigene Versuch wird den gewöhnlichen dießfallsigen Bedenklichkeiten am besten ein Ende machen.

Mit Bezug auf die übrigen hierbei in Betracht kommenden Umstände wird aber das Rotationsgesetz des Mondes sodann allgemeiner folgendermaßen ausgedrückt:

„Die Mondkugel drehet sich während Eines siderischen Umlaufes völlig gleichförmig (vergl. unten) auch Einmal ganz um ihre Axe; die Neigung des Mondäquators* gegen die Ebene der Erdbahn (die Ekliptik) bleibt dabei constant, und beträgt nur 1° 30′**, dem zu Folge die Rotationsaxe des Mondes, die wir oben auf jener Ebene vollkommen perpendicular angenommen haben, dieß wirklich fast ist, indem sie also einen (dem rechten so nahe gleichen) Winkel von (90 — 1° 30′ =) 88° 30′ damit macht, unter welchem Winkel sie sich (vergl. unten) auch während eines Umlaufes sich selbst stets parallel erhält*. Zugleich fallen endlich die Knoten des Mondäquators mit den entgegengesetzten Knoten der Mondbahn zusammen: die Knotenlinie des Aequators findet sich der Knotenlinie der Bahn in dieser Art parallel; und beide Linien erhalten sich nicht weniger in dieser gegenseitigen Lage" (vergl. unten).

Die schöne Entdeckung dieses Gesetzes, dessen analytische Bestätigung nachher Laplace geglückt ist, verdanken wir dem Französischen Astronomen Dominicus Cassini (gebornem Italiäner, Stammvater der uns schon so vielfach bekannt gewordenen Astronomen-Familie Cassini), welcher dasselbe in verschiedenen Abhandlungen in den „Mémoires de l'Académie" um das Ende des 17ten Jahrhunderts (vortrefflich zusammengestellt im XXten Buche der „Astronomie" von Lalande „de la rotation de la Lune") zuerst veröffentlichet, und folgendermaßen ausgedrückt hat: „Man lege durch den Mittelpunct des Mondes eine Ebene, senkrecht auf die Rotationsaxe, so stellt sie also den Aequator des Mondes vor; legt man sodann durch denselben Punct eine zweite, die

rend eines Umlaufes der Mondkugel um den Erdkörper, wobei sie uns also immer die nämliche Halbkugel zukehrt, auf einen ausserhalb der Erde gewählten Standpunct, z. B. in die Sonne; diesem Beobachter wird die Mondkugel, um einen derartigen Umlauf ausführen zu können, successio natürlich alle 360° ihres Aequators zukehren müssen, und sich mithin dabei ganz gewiß auch Einmal ganz um ihre Axe drehen.

* Ich anticipire hier diesen Ausdruck in Bezug auf den Mond, für welchen er also ganz in dem Sinne wie für die Erde oder überhaupt für alle Planeten steht. Das Nähere darüber wird unten vorkommen.

** Lalande („Astronomie". §. 3204.) nennt diesen Winkel von 1° 30′ zwischen dem Mondäquator und der Ekliptik, „die Schiefe der Ekliptik auf dem Monde"; andere Schriftsteller gebrauchen denselben Ausdruck vom Winkel zwischen dem Mondäquator und der Mondbahn, welcher, da letztere (vergl. vorn) von der Ekliptik wiederum noch 5° 8′ weiter absteht, dagegen (1° 30′ + 5° 8′ =) 6° 38′ (ich lasse die Secunden weg) beträgt. — Der Verfolg wird uns, unter dem klimatischen Gesichtspuncte, auf diese „Schiefe", in der ersteren Bedeutung zurückführen.

* Dieser Parallelismus der Rotationsaxe des Mondes beim Umlaufe um die Erde, entspricht also dem Parallelismus der Erdaxe beim Umlaufe unseres Planeten um die Sonne. — Man könnte jedoch die Möglichkeit jenes Parallismus im Widerspruche finden wollen mit dem eben angeführten, für die Erde in Bezug auf die Sonne bekanntlich nicht Statt findenden Umstande, daß der Mond der Erde stets die nämliche Seite zukehrt; allein man nehme einen Stock (die Mondaxe), und rücke ihn in geneigter Lage um den Rand eines runden Tisches (die Mondbahn), so kann man ihn dabei stets sich selbst parallel, und zugleich mit der „nämlichen Seite" gegen die Mitte des Tisches (die Erde) gerichtet erhalten, und also, wie gefordert wird, beiden Bedingungen gleichzeitig Genüge leisten.

Mondbahn bezeichnende, mit jener ersteren den, in der Anmerkung nachgewiesenen Winkel von 6° 38′ machende-, zwischen sie beide hindurch aber eine dritte, der Ekliptik parallele, und folglich von der ersten um 1° 30′, von der zweiten aber um 5° 8′ (1° 30′ + 5° 8′ = den 6° 38′) abstehende Ebene; so ist durch diese Construction sowohl die Lage des Mondäquators gegen die Mondbahn und Ekliptik, als auch letzterer beiden unter sich, bestimmt; — und diese drei Ebenen haben und behalten denselben gemeinschaftlichen Durchschnitt*."

Die interessanteste Frage für uns bei dieser Untersuchung der verschiedenen Bedingungen des Mondumlaufes um die Erde, ist unstreitig die, nach den Gründen, derentwegen uns der Mond dabei beständig dieselbe Seite zukehrt, so daß wir, wie Dieß also aus der gleichen Dauer der Rotation und siderischen Revolution folgt, die andere (die abgekehrte) Mondhalbkugel (von den Modificationen durch die Libration ist, wie gesagt, erst unten die Rede) nie zu Gesicht bekommen. Laplace, der schon oben citirte tiefsinnige Französische Geometer, beweist sogar, daß selbst spätere Jahrtausende auf die Hoffnung dieses Anblickes verzichten müssen (*Exposition du Système du Monde.* 4te Aufl. II. 196. „La cause qui a établi une parfaite égalité entre les moyens mouvements de rotation et de révolution de la lune, ôte *pour jamais*, aux habitants de la terre, l'espoir de découvrir les parties de sa surface opposées à l'hémisphère — vergl. unten — qu'elle nous presente"); und wir werden, wie ich schon oben angedeutet habe, im Art. Nebenplaneten sehen, daß dieses Gesetz nicht auf den Erdmond eingeschränkt, sondern allen Monden unseres Sonnen-Systems gemeinschaftlich ist; — wie kann es also damit zusammenhangen?

Hierauf hat schon Galilei (der Mit-Erfinder des Fernrohrs, in welchem Art. S. 435. sich ausführliche biograph. Notizen über diesen großen Mann finden) in seinem „Nuncius sydereus". S. 16. geantwortet, „daß die diesseitige Mondhalbkugel eine natürliche Beziehung oder Neigung zum Haupt-Planeten Erde habe". Die Gravitationstheorie drückt sich darüber bestimmter aus. Als Erde und Mond sich aus dem formlosen Chaos zu bilden anfingen, fügten sich die einzelnen Weltatome nicht völlig con-

* Ich habe oben, mit Verweisung hierher, besonders aufmerksam darauf gemacht, daß sich die Rotationsaxe des Mondes während des Umlaufes in einer sich selbst stets parallelen Lage erhält; die auf ihr senkrechte Ebene des Aequators, und folglich auch der in Rede stehende Durchschnitt bleiben sich demnach nicht weniger parallel; und wenn (derselbe:) die Knotenlinie des Mondäquators also zur Knotenlinie der Mondbahn einmal eine bestimmte Lage hat (ihr parallel ist, beide in die nämliche Himmelsgegend treffen), so muß auch sie in diesem Parallelismus verharren: das Gleichniß eines über den runden Tisch, dessen wir uns vorn zur Versinnlichung bedient hatten, quer dahin geschobenen und sich hierbei selbst zugleich immer parallel erhaltenen Stockes (jene Knotenlinie) macht die Sache wohl am klarsten.

Das im Texte ferner, ebenfalls mit Verweisung hierher, angeführte Zusammenfallen der entgegengesetzten Knoten, z. B. des niedersteigenden der Mondbahn mit dem aufsteigenden des Mondäquators aber veroffenbart sich in der Erscheinung (dem Beobachtungsresultate), daß zu der nämlichen Zeit, da der Mond selbst, in Gemäßheit der progressiven (der Bahn-) Bewegung, in die südliche Hälfte seiner Bahn, für uns also hinab, geführt wird, und sein Mittelpunct demnach im niedersteigenden Knoten ist, dagegen bestimmte (paßlich zu dieser Beobachtung etwann im oder nahe beim Aequator gelegene) Mondflecke durch die rotatorische Bewegung vielmehr nordwärts zu uns herauf gelangen, oder, wenn man so sagen will, den aufsteigenden Knoten des Aequators passiren, um uns in oder an dessen nördlicher Hälfte zu erscheinen. — Die allerdings schwierige Sache ist noch nirgend anderswo recht gemeinfaßlich erklärt; ich wünsche, daß mein Versuch befriedigend gefunden werden möge.

centrisch um den anfänglichen Mondmittelpunct, sondern nach der Seite der Erde zu in etwas stärkerem Maße, daher diese Seite die schwerere wurde; und „*Inde* vero fit“ fügt nun Newton, der Auctor jener Theorie („Principia. Lib. III. prop. 38. S. 548. unserer Ausg.) hinzu, „ut eadem semper lunae facies in terram obvertatur; in alio enim situ corpus lunare quiescere non potest, sed ad hunc situm oscillando semper redibit.“ Mit dieser Erklärung Seitens der Gravitationstheorie, könnte man vielleicht die früher von mir („Skizzen der Topographie des Himmels“. Kempten, Dannheimer. 1837. 8. passim) aufgestellte Hypothese verbinden, daß die, dem Haupt-Planeten solchergestalt stets zugewendete, vorzugsweise zur Erleuchtung seiner Nächte bestimmte Halbkugel der Neben-Planeten besonders auch nur zu diesem Zwecke, die abgewendete Halbkugel dagegen mehr mit Rücksicht auf Bewohnbarkeit durch Seleniten eingerichtet sey; — eine Meinung, welche in zu freundlicher Uebereinstimmung mit den Rücksichten einer huldreichen Vorsehung steht, als daß ich sie hier übergehen sollte.

Gleichwohl hat, um jetzt, bevorworteter maßen, zu den erwähnten, die vollkommne Strenge der Abgekehrtheit der jenseitigen Mondhalbkugel von uns modificirenden „Librationen“ (Schwankungen) des Mondes zu kommen, wiederum schon Galilei, und zwar gleich nach Erfindung der Fernröhre, beobachtet (diese Beobachtungen auch l. c. bekannt gemacht), daß sich die der Erde zugewendete Seite des Mondes periodisch ein wenig verrückt, gleichsam als wenn die Mondkugel „schwanke“, wobei die „Flecken“ bald östlich, bald westlich, bald nördlich, bald südlich treten, und wobei uns zugleich, in allen jenen vier Richtungen, schmale Randstreifen jener jenseitigen Halbkugel sichtbar werden. Der fleißige Mondtopograph Hevel* hat diesen Vorgang bald nachher in einem eigenen Werke: „De motu Lunae libratorio“. Ged. 1654. Fol. gründlich untersucht; und meine Leser müssen sich, um sogleich eine klare Einsicht von den Umständen zu erlangen, danach den also in der nämlichen Zeit, in welcher er seinen Umlauf in der Bahn um die Erde vollendet, auch um seine Axe rotirenden Mond erst nochmals recht bestimmt vorstellen. Wenn eine derartige Vereinigung der beiden Bewegungen in vollkommenster Strenge und Gleichförmigkeit, und zwar solchergestalt Statt haben sollte, daß zugleich stets ein und derselbe physische Punct der Mondhalbkugel den scheinbaren Mittelpunct der Scheibe abgäbe, so müßten Revolution und Rotation nicht bloß im Ganzen, sondern auch in allen Einzelstellen der Bahn gleichen Schritt halten, und überdieß in derselben Ebene vor sich gehen. Ersteres ist schon nicht der Fall: denn die, angeführtermaßen, sehr ungleiche Bewegung des Mondes in seiner Bahn ist gegen die (vergl. vorn) vollkommen gleichmäßige Drehung um die Axe bald voraus, bald zurück*;

* Hevel, Hevelius, Hevelke (Joh.), dessentwegen ich schon mehrmals hierher verwiesen habe, geb. zu Danzig 1611 von wohlhabenden Eltern, zeigte früh Neigung zu den mathematischen Wissenschaften, studierte zu Leiden, und ergab sich nach seiner Rückkunft in die Vaterstadt ganz den Beschäftigungen mit der Astronomie, welchen er bis zu seinem späten Tode (1687), fast ein halbes Jahrhundert lang, mit immer gleichem, unermüdlichen Eifer oblag. Wir besitzen von ihm, ausser dem oben angeführten Werke, eine „Selenographia“. Ged. 1647. Fol. mit Mondcharten, auf welche mich dieser besondere Vortrag zurückführt, und auch ein eigenes Werk über Kometen „Cometographia“. Ibid. 1668. Fol. von welchem im letzteren Artikel die Rede gewesen ist.

* Wenn die Leser — ich nehme nochmals zum obigen Versuche meine Zuflucht — mit ungleichmäßiger Geschwindigkeit um den runden Tisch gehen, sich dabei aber, Behufs der steten Zuwendung der nämlichen Kopfhälfte zur Tischmitte, gleichmäßig um sich selbst drehen; so werden Sie natürlich, z. B. nach einem Viertel-Umgange, nicht eben auch eine Viertel-Umdrehung gemacht haben (d. h. also der Mond mit ungleichförmiger Bewegung erreicht

— Letzteres aber ebenfalls nicht: denn die Ebenen beider Bewegungen bilden mit einander einen, aus den Neigungen des Mondäquators und der Mondbahn gegen die Ekliptik (in der die Erde steht) zusammengesetzten (oben = p. p. 6° 38′ nachgewiesenen) Winkel. Jener erstere Umstand bewirkt, daß die Erde bald etwas östlich, bald etwas westlich von demjenigen Puncte des Raumes steht, welcher stets denselben Mond-Oberflächen-Punct als Mittelpunct der Scheibe sehen würde, daher uns, wie gesagt, die Flecke auch bald einer-, bald anderseits zu rücken (zu „schwanken") scheinen, wobei, in beiden Richtungen, zugleich Randstreifen der abgewendeten Mond-Halbkugel zu unserm Anblicke kommen, welche uns sonst unsichtbar geblieben wären; der zweite Umstand aber wird die Veranlassung, daß, wir über die Rotationspole hinaus, bald nördlich, bald südlich, dergleichen Randstreifen (der Mond-Polarzonen *) wahrnehmen. In Osten und Westen kann dieses „Schwanken", diese Libration in der Länge bis 8 Grade eines größten Kreises der Mondkugel gehen, in Norden und Süden steigt die Libration in der Breite auf 7 (nördliche oder südliche Mond-Breiten-) Grade. Daher begreift derjenige Theil der ganzen Mond- (kugel-) Oberfläche, welchen wir niemals sehen, nicht die volle Mondhalbkugel: aus den obigen Bestimmungen der Größe der Librationen in Länge und Breite* folgt vielmehr, daß, wenn man jene ganze Mondoberfläche in sieben gleiche Theile theilt, davon wirklich (allmälig) vier zu unserm Anblicke kommen, und nur drei immerdar ganz unsichtbar für uns bleiben (weßhalb ich eben vorn, wo ich Laplace über diesen Gegenstand redend einführe, einschränkend hierher verwiesen habe).

Um aber den Betrag dieser bloßen Verhältnißwerthe des uns sichtbar werdenden und unsichtbar bleibenden Theiles der Mondoberfläche nunmehr real in Quadratmeilen kennen zu lernen, muß ich mich jetzt erst über Gestalt, Größe, des Mondkörpers überhaupt erklären.

Der Mond ist, wie, mit Verweisung wegen des Näheren hierher, schon oben anticipirt worden, eine vollkommne Kugel: die genauesten Messungen haben uns

den 90ten Bahngrad nicht im Moment des Ablaufes des Viertels des periodischen Monats, und folglich nicht übereinstimmend mit dem 90ten Grade der gleichförmigen Axendrehung), und sich daher dann in einer etwas verwendeten Stellung gegen die Tischmitte (den Beobachter auf der Erde) befinden, welcher letztere demgemäß sonst für ihn unsichtbar gebliebene Theile („Streifen") der abgewendeten (andern) Kopfhälfte zu Gesicht bekömmt. — Dieß ist der Hauptumstand der „Libration", und wird durch eigene Ausführung des Versuches gleich klarer, als durch alle Demonstration.

* Liese der Mond in der Ekliptik (der Erdbahn) selbst, und wäre seine Rotationsaxe zugleich auf deren Ebene perpendicular, so lägen die Pole für unsern Anblick auch stets streng im Trennungs-Grenzkreise der sichtbaren von der unsichtbaren Halbkugel; da aber nicht nur die Mondbahn selbst, sondern auch die Axe gegen jene Ebene geneigt sind, und letztere sich (nach Art des Parallelismus der Erdaxe) in dieser Stellung parallel erhält: so streckt uns der Mond dabei bald den Nord-, bald den Südpol mehr zu, und läßt, darüber hinaus, also abwechselnd Stücke beider Polarregionen der letzteren (der abgekehrten) Halbkugel zu unserm Anblick kommen.

* Neben diesen zwei Arten der „Libration" erwähnt die Astronomie nach 3) der, weniger bedeutenden, parallaktischen (täglichen) Libration, welche daher rührt, daß, wie man leicht einsieht, von verschiedenen Puncten der Erdoberfläche aus nicht genau die nämliche Mondhälfte erblickt wird, und 4) einer durch den Einfluß der Erd-Anziehung auf den nicht streng kugelförmig angenommenen Mondkörper verursachten physischen Libration, über welche letztere, als ein Postulat der Gravitationstheorie, man das Nähere nachlesen kann beim Lalande („Astronomie." 2te Ausg. §. 3185).

noch keinerlei Abplattung* im Sinne der Erdabplattung (keinerlei Unterschied zwischen dem polaren und äquatorealen Durchmesser) gezeigt.

Der Durchmesser dieser Mondkugel beträgt (nach Mädler**) 468.4 † geograph. Meilen; ihr Umfang (468,4 . 3,141) 1470,5 Meilen; ihre Oberfläche (1470,5 . 468,4) 689240 Quadratmeilen; ihr körperlicher Inhalt (689240 . $\frac{468}{6}$) 53800000 Cubic-Meilen; — und die Mondkugel findet sich also bei Vergleichung dieser Maße mit den analogen Maßen der Erde (s. d. A. S. 363.),

im Durchmesser	$3^2/_3$	kleiner als die letztere.
an Oberfläche	14	
an Volumen	50	

Die Gesammtoberfläche der Mondkugel ist demnach etwann der, gewöhnlich zu 700000 □ Meilen veranschlagten Oberfläche Amerika's gleich zu setzen; und da uns davon, worauf ich hier zurückkommen wollte, nur $^4/_7$ sichtbar werden, volle $^3/_7$ aber, also doch noch 300000 □ Meilen, immerdar unsichtbar (abgekehrt) bleiben: so darf man, meiner obigen Hypothese gemäß, für letzteren Theil allwohl eine andere Organisation postuliren (wenigstens ist uns derselbe eine gänzliche „terra-luna-incognita").

Die Masse ferner (das Gewicht) des Mondes, im Verhältnisse zur Erdmasse, hat man aus seinen Gravitationseinflüssen herzuleiten gesucht; und wieder Mädler (S. 10. seines schon citirten, großen Mondwerkes) bringt dafür zwei* verschiedene Angaben bei: nach Laplace nämlich, welcher sich auf die, besonders durch die Anziehung dieses Gestirns verursachten Erscheinungen der Ebbe und Fluth (vergl. d. A. namentlich S. 261.) bezieht, beträgt diese Masse $^1/_{70}$ der Erdmasse, nach Lindenau's auf die Nutation (s. Wanken der Erdare) begründeten Rechnungen aber nur $^1/_{87}$, welchem Resultate wir bereits Eingangs, mit Verweisung hierher, den Vorzug gegeben haben, und welches also sagen will, daß, wenn die Erdkugel in der einen

* Vergl. d. A. S. 27. Die „Abplattung" der Weltkörper hängt, wie dort gezeigt wird, von der rotatorischen Bewegung ab, und muß also beim Monde, für welchen die letztere, nachgewiesenermaßen, so langsam ausfällt, in dem nämlichen Verhältnisse unmerklich seyn. Nach einer Mittheilung des verewigten Bessel finden sich auch wirklich die Differenzen zwischen den verschiedenen Durchmessern der Mondscheibe nie größer als die wahrscheinlichen Messungsfehler.

** Ich finde (vergl. Größe der Himmelskörper, S. 725. wo jedoch, durch einen übersehenen Druckfehler „7257" statt 7258 steht) den scheinbaren Durchmesser des Mondes in der Erdnähe = 1978", die gleichzeitige Horizontal-Parallaxe = 3629", wovon das Doppelte = 7258" = dem scheinbaren Durchmesser der Erde (aus dem Monde gesehen); und man hat hiernach
7258" : 1978" = 1719 Meilen (wahrer Erddurchmesser) : 468,6; welches den wahren Monddurchmesser überraschend genau wie oben gibt.

† Dem wahren Monddurchmesser von 468 Meilen (Linearmaß) entspricht also ein scheinbarer von 1948 Secunden (Bogenmaß), demgemäß auf $^1/_4$ Meile (p. p. 6000 Fuß) etwann 1 Secunde kommt. Nun ist die stärkste, auf den Mond noch anwendbare Vergrößerung (vergl. Fernrohr, S. 439.) etwann eine 300malige, wonach der Winkel von 1 Secunde auf 5 Minuten gebracht werden würde; und welcher somit das Aeußerste abgäbe, worunter ein Mondgebild von 6000 Fuß linearer Ausdehnung für uns sichtbar zu machen wäre. — Man mag hieraus auf die prätendirte Möglichkeit schließen, einen Seleniten, dem wir 6 Fuß Größe geben, und den wir in der paßlichsten Stellung annehmen wollen, mit unsern Fernröhren wahrzunehmen.

* Eine dritte Angabe (nämlich Mondmasse = $^1/_{75}$ der Erdmasse) finde ich in Burckhardt's, des Deutschen, aber als Französischer Bürger naturalisirten Astronomen, unten näher zu erwähnenden „Mondtafeln"; — diese Verschiedenheit der Angaben über ein so schwer zu bestimmendes Element darf meine Leser jedoch nicht eben in Verwunderung setzen.

Schale einer Wage läge, man, um sie aufzuwägen, in die andere Schale 87 Mondkugeln legen müsse (daß beide Gestirne zusammen soviel als 88 Mondkugeln wiegen). Aus dieser Masse (diesem Gewichte) und dem obigen Volumen endlich folgt die mittlere Dichtigkeit des Mondkörpers etwann = 0,58 * des Erdkörpers; die „mittlere" Dichtigkeit (die durchschnittliche aller Schichten) des letzteren haben wir aber (l. c. S. 370.) nahe 5 Mal größer als die unseres Wassers gefunden (die specifische Schwere, das „eigenthümliche Gewicht", des Erdkörpers, mit Bezug auf ein gleiches Volumen reinen Wassers als Einheit, ist nahe = 5: um die Erdkugel aufzuwägen, würden fast 5, ihr an Größe, Volumen, gleiche Kugeln reinen Wassers erforderlich seyn), wonach sich demnach das specifische** Gewicht des Mondkörpers = 0,58. 5 = 2,9 ergibt (die Mondkugel wäre durch nahe 3 ihr an Volumen gleiche Kugeln irdischen Regenwassers aufzuwägen); — und da sich jenes durchschnittliche Dichtigkeits-Verhältniß (0,58 : 1) des Mond- zum Erdkörper gewiß nicht weniger auf jede Einzelschicht, und also auch auf die Oberflächen beider Gestirne bezieht, so muß also angenommen werden, daß der Mondboden, in dem Sinne, in dem wir von einem Erd-„Boden" sprechen, von einer, im nämlichen Verhältnisse lockreren, poröseren Beschaffenheit als dieser letztere sey. — Ich komme hinten hierauf zurück.

Wir haben eben das Verhältniß des (wahren) Durch- oder Halbmessers des Mondes zum Durch- oder Halbmesser der Erde = 1 : $3^2/_3$, und seiner Masse zur Erdmasse = $^1/_{87}$: 1 gefunden; aus d. Art. Gravitation (S. 699.) oder auch Fall der Körper (S. 418.) ist uns aber bekannt, daß sich die Fallräume auf der Oberfläche der verschiedenen Weltkörper direct wie diese Massen, und umgekehrt, wie die Quadrate jener Halbmesser verhalten. Der freie Fall auf der Erde beträgt (l. c.) in der 1sten Secunde 15 Fuß, und würde also auf dem Monde bei alleiniger Berücksichtigung der Masse dieses Gestirns nur = $^1/_{87}$. 15 Fuß seyn; da diese Masse aber aus einer, $3^2/_3$ Mal geringeren Entfernung vom Mittelpuncte, in welchem man sie sich concentrirt zu denken hat, agirt: so wird ihre Wirkung dieserwegen anderseits $3^2/_3{}^2$ = nahe 13 Mal größer, oder überhaupt = $^{13}/_{87}$. 15 = beiläufig 2 Fuß, dem zu Folge also schwere Körper auf der Mondoberfläche, statt bei uns durch 15 Fuß, in der 1sten Secunde nur durch 2 Fuß fallen. Die Größe dieser Fallräume in gleichen Zeiten ist aber von der äußersten Wichtigkeit für die physischen Beziehungen eines Weltkörpers: alle organischen Bildungen finden sich in einem nothwendigen Verhältnisse zu derselben, und könnten nicht bestehen, wenn sich diese Größe erheblich veränderte. Einen ähnlichen Einfluß haben die darunter Statt findenden Verschiedenheiten in mechanischer Rücksicht; und man sieht leicht ein, daß demnach, caeteris paribus, auf dem Monde mit gleichen mechanischen Kräften weit mehr Masse bewältiget werden, daß z. B. ein schwerer Stein mit viel weniger Anstrengung einen Mond- als einen Erdberg hinauf gewälzt werden kann, indem er dort weniger Fallneigung hat, und daß überhaupt alle Bewegungen, besonders im verticalen Sinne, auf dem Monde leichter und gefahrloser, als bei uns auf der Erde, auszuführen sind.

* Das Mondvolumen haben wir = $^1/_{50}$ des Erdvolumens gefunden: wäre der Mond demnach eben so dicht als der Erdkörper, so müßte er auch $^1/_{50}$ des Gewichts des letzteren halten; und da er dagegen nur $^1/_{87}$ wiegt, so ist er lockerer im Verhältnisse dieses geringeren Gewichtes von $^1/_{87}$: $^1/_{50}$ = $^{50}/_{87}$ = 0,58, wie oben. — „Mittlere" Dichtigkeit aber sage ich, da mit vollkommner Gewißheit angenommen werden kann, daß der Mond, nach Art der Erde (S. 371. wo nur statt des Druckfehlers „wechselnde" wachsende gesetzt werden muß), aus concentrischen Schichten von einer nach dem Mittelpuncte hin wachsenden Dichte besteht. — Die Formation der Weltkörper (vergl. Weltenschöpfungsstoff) bedingt dieß unabweislich und unausnamentlich.

** Die Leser müssen dasselbe nicht mit dem eben nachgewiesenen absoluten Gewichte verwechseln.

Dieſer Umſtand, den ich nach Mädler hervorhebe, in Verbindung mit der oben gemachten Bemerkung über die lockrere Beſchaffenheit der Mondoberfläche, worauf ich zurück kommen wollte, erwecken ſchon die Idee eines großen Contraſtes zwiſchen dem Mond- und Erdleben, welche Idee ich, zur Befeuerung des Intereſſes meiner Leſer, ſchon jetzt anregen kann, und welche ich, in der Folge meines Vortrages über die phyſiſche Beſchaffenheit des Mondes, mehr und mehr auszubeuten ſuchen werde.

Die weitere mathematiſche Eintheilung der Mondoberfläche aber zuvörderſt noch anlangend, ſo nennt man die Endpuncte der Rotationsaxe für dieſes Geſtirn wie für die Erdkugel, und wie ich den Ausdruck vorn, bei Betrachtung der Mond-Rotation habe anticipiren müſſen, die Pole: den Nordpol, denjenigen, welcher ſich gegen den Nordpol der Ekliptik*, den Südpol denjenigen, welcher ſich gegen ihren Südpol richtet; und eben ſo heißt der von beiden Polen gleich weit abſtehende größte Kreis der Mondkugel, erwähntermaßen, ihr Aequator. Nicht weniger zieht man die Parallelkreiſe des Mondes ganz denen der Erde analog, und theilt die Entfernung von jedem der beiden Pole bis zum Aequator in 90 Breitengrade, bezeichnet auch, nach Art der Geographen, die nördlichen Breiten mit +, die ſüdlichen mit —.

Durch denjenigen Punct des ſolchergeſtalt alſo wie auf der Erdkugel fixirten Mondäquators, welcher in mittlerer Libration** das Centrum der Mondſcheibe bildet, zieht man (und demnach — vergl. Länge, geographiſche, und Mittagskreis, wo dieſerwegen hierher verwieſen iſt — beſtimmter als nach unſeren irdiſchen Methoden) den erſten oder Haupt-Mondmeridian, und entwirft ſodann in einer Mondkarte (vergl. d. beſondern Art.), welche man der teleſkopiſchen* Anſicht gemäß darſtellen will, die öſtlichen Meridiane rechts, die weſtlichen dagegen links, in welcher Rückſicht nur noch zu bemerken iſt, daß Ein, alſo durch die Entfernung dieſer Mond-Meridiane von einander beſtimmter (1 „ſelenographiſcher") Längengrad am Aequator (ſtatt auf der Erde 15·) nur etwann 4 Meilen beträgt (indem wir den Umfang des Mondäquators oben = 1470 Meilen gefunden haben, welches durch 360 dividirt nahe 4 gibt), und daß die Mond- (die „ſelenographiſchen") Breitengrade, wegen der nachgewieſenen ſtrengen (von keinerlei Abplattung afficirten) Kugelgeſtalt dieſes Geſtirns auch durchaus von der nämlichen Größe jener 4 Meilen ſind. Die Wende- und Polarkreiſe der Mondkugel aber betreffend, ſo erinnern wir uns zuvörderſt daran, daß dieſe Kreiſe bei den Planeten durch die Neigung des Aequators gegen die reſpectiven Bahnen, bei der Erde namentlich gegen die Ekliptik**, beſtimmt

* Erinnern wir uns nämlich aus dem Vorhergehenden daran, daß die Rotationsaxe des Mondes faſt ſenkrecht auf (der Ebene) der Ekliptik ſteht, dem zu Folge die beiderſeitigen Pole als nahe zuſammenfallend angeſehen werden können.

** „mittlere Libration"? Ich habe oben die verſchiedenen Urſachen angegeben, wodurch die Mondkugel eine „Libration in der Länge", „in der Breite" u. ſ. w. erfährt; diejenige Stellung, in welcher ſich dieſe Kugel, wenn gar keine ſolche Urſache Statt hätte, ſtets befinden würde, und welche alſo das „Mittel" zwiſchen den Extremen abgibt, heißt deßwegen die „mittlere Libration."

* Ich erinnre daran, daß das „Teleſkop" (aſtronomiſche Fernrohr, vergl. d. A. S. 445.) ein umgekehrtes Bild des betrachteten Gegenſtandes (wie hier des Mondes) entwirft, daher uns für den Anblick durch ein ſolches Fernrohr (im Allgemeinen) öſtliche (ſelenographiſche) Längen rechts, und weſtliche dagegen links, nördliche Breiten unten, und ſüdliche dagegen oben erſcheinen.

** Für die Erde heißt dieſe Neigung, dieſer, die klimatiſchen Verhältniſſe beſtimmende Winkel zwiſchen der Ebene des Aequators und der Ebene der Bahn um die Sonne (der Ekliptik) deßhalb eigentlich die „Schiefe der Ekliptik"; man wendet letzteren Ausdruck aber, wiewohl uneigentlich, auch auf den Aequator und die reſpectiven, ob-

werden. Eben so ergibt sich auch beim Monde die Lage seiner Polar- und Wendekreise aus der Neigung seines Aequators gegen die (vergl. d. Anmerk.) Ekliptik, welchen Winkel wir oben nahe = 1½° gefunden haben: die Mond-Polarkreise stehen daher von den respectiven Polen, gleichwie die Wendekreise vom Aequator nur um diese 1½° ab (die, auf der Erde etwann 23½° betragende „Schiefe der Ekliptik" ist auf dem Monde kaum = 1½°). Daher faßt die Breite der Mittelzone (das Analogon unserer heißen) nur (2 . 1½ =) 3° (zu den oben nachgewiesenen 4 Meilen*), der Durchmesser jeder der beiden Polarzonen ist nur eben so groß, wogegen auf die nördliche, gleichwie auf die südliche gemäßigte Mondzone volle 87° (90°—1½° einer- und anderseits) kommen. Da die Sonne also den Aequator kaum verläßt, so kann von einem Wechsel der Jahres-Zeiten auf dem Monde auch eben so wenig die Rede seyn: der Mond genießt, soweit Dieß bloß vom Sonnenstande abhängt, einer steten solchen Frühlings- oder Herbstzeit, wie die gemäßigten Zonen unseres Planeten, für welchen die Sonne nur zum Frühling und Herbst in den Aequator tritt; — ich habe hierauf schon vorn hingedeutet, und komme, wie gesagt, noch ausführlicher darauf zurück.

Tag und Nacht auf dem Monde dagegen, worauf ich nun auch erst noch kommen muß, unterscheiden sich von demjenigen, was wir in dieser Hinsicht auf der Erde beobachten, gänzlich. Mit Ausnahme der, nachgewiesenermaßen, so sehr kleinen Polarzonen, ist Tag und Nacht auf dem Monde (statt bei uns nur unter dem Aequator) überall und stets gleich lang, und dauert, einer wie die andere (an Stelle unserer 12 und 12 Stunden gleicher Tag- und Nachtlänge) 354 Stunden, nämlich einen halben synodischen Monat (½ . 29½ Tage). Um den Lesern einen recht anschaulichen Begriff davon zu verschaffen, bitte ich Sie, Fig. 1 der Tafel VI. zu betrachten: wenn sich der Mond M in 1 befindet, so hat seine, der Erde E zugewendete Hälfte die Sonne S links, östlich: Sonnen-Aufgang, Morgen; in 2 ist ihr Mittag; in 3 (also nach dem halben Umlaufe) steht ihr die Sonne rechts, westlich: ihr Abend (der Morgen der entgegengesetzten Halbkugel, für welche rechts daher links wird) bricht an; und in 4 ist ihre Mitternacht (der Mittag jener entgegengesetzten Halbkugel); — der Anblick der Figur macht die Sache wirklich ganz augenscheinlich.

Die nächtliche Erleuchtung des Mondes anlangend, wie wir unserseits eine solche nächtliche Erleuchtung von ihm empfangen, so verdankt er dieselbe dagegen reciproce der Erde, die er nicht weniger, als wir ihn, in ihrer Sonnenbeleuchtung vor sich sieht: auf der ganzen (vergl. nur die Figur), uns stets zugekehrten Halbkugel des Mondes leuchtet die Erde (als Mond des Mondes) während seiner also 354 Stunden langen Nacht mit ihrem erborgten Sonnenlichte: in 4 dieser Figur, welche ich nur mit einigem Nachdenken nochmals anzusehen bitte, haben wir Erdbewohner Neumond, der Mond hat Voll-Erde (der Mond kehrt augenscheinlich seine ganze dunkle Halbkugel der Erde, die Erde ihre ganze Sonne-be-

gleich von der „Ekliptik" verschiedenen Bahnen der übrigen Planeten um den Centralkörper Sonne an. Nun ist der „Centralkörper" für den Mond zwar die Erde; die „klimatischen Verhältnisse" dieses Gestirns sind jedoch nicht weniger von der Sonne, um welche es mit der Erde läuft, abhängig, daher ich (vergl. oben), bevorwortetermaßen, „Schiefe der Ekliptik des Mondes" den (1½° groß nachgewiesenen) Winkel nenne, welchen die Ebene des Mondäquators mit der Ebene der Ekliptik macht.

* Wenn sich die Leser hiernach die Oberfläche jeder einzelnen Mondzone in Quadratmeilen berechnen wollen, so finden Sie dazu Anweisung im Art. Erdstriche, S. 391; Sie müssen sich nur auf den Radius der Mondkugel, welchen ich Ihnen vorn = 234 Meilen nachgewiesen habe, beziehen, und werden dann schließlich die Summe der Producte = 689000 □ Meilen (ganze Oberfläche) wie oben, finden.

schienene Halbkugel dem Monde zu); in 1 hat der Erdbewohner erstes Mond-, der Mondbewohner letztes Erdviertel, und so weiter: die Mondphasen des Erdbewohners sind, wie ich, bevorworteternaßen, im besondern Art. Mondphasen noch weiter ausführe, stets die Ergänzungen der Erdphasen des Mondbewohners: die Dauer des Mond-Phasenwechsels (synodischen Monates) für die Erde ist der Dauer eines ganzen Mond-Sonnentages (der Rückkehr der Sonne zum nämlichen Mondmeridian) gleich. Die Nächte der von der Erde stets abgewendeten Mondhalbkugel werden dagegen natürlich auch nie durch Erdlicht erhellt; diese Nächte genießen nur Sternenlicht; — und wenn ein Bewohner (ein Selenit) der abgewendeten Mond-Halbkugel des besonders schönen Anblickes der „Vollerde“ * (Pleniterrium) genießen will, so muß er sich also, zur Zeit, da wir „Neumond“ haben, aus seiner (dann Tag-) Hälfte in die andere (dann Nacht-) Hälfte seines Gestirns begeben: die, durch die oben nachgewiesene Leichtigkeit der Bewegungen auf dem Monde begünstigte Reise lohnt übrigens gewiß der Mühe, indem, wie wir gesehen haben, die Erde den Mond im Durchmesser $3^2/_3$ Mal übertrifft, und daher als $(3^2/_3{}^2)$ 14 Mal größere Scheibe ein prachtvolles Schauspiel gewähren muß ** zumal da sie wegen der Natur des Laufes des Mondes um sie, abgesehen von der Libration, unbeweglich am Himmel zu stehen scheint.

Die Sonne dagegen erscheint, bei der Geringfügigkeit der Entfernungsdifferenzen, auf dem Monde von derselben Größe, etwann $^1/_2{}^0$, wie auf der Erde, gleichwie auch der allaugenblickliche Anblick des Fixsternhimmels alldort vom irdischen nicht bemerkbar verschieden ist, nur daß der scheinbare Fixstern-Umlauf, statt bei uns einen siderischen Tag, dort einen siderischen Monat dauert.

Ich habe hiernach über diese Mond-Himmels-Erscheinungen Nichts weiter hinzuzufügen, gleichwie ich mich begnügen muß, wegen der, in die nämliche Kategorie gehörigen, durch den Mond verursachten Finsternisse, und die schon erwähnte, nicht weniger auf dieß Gestirn bezügliche Ebbe und Fluth, auf die besondern ausführlichen Artikel zu verweisen; — und ich kann demgemäß die mathematische Selenographie hiermit beenden, und nunmehr zur physischen übergehen.

Der Mond ist also, um es zunächst erst nochmals im Allgemeinen hervorzuheben, eine für sich dunkle, nur im erborgten Sonnenlichte glänzende Kugel. Schon mit bloßen Augen sehen wir aber auf der hiernach als Scheibe erscheinenden Oberfläche dieses uns nächsten, und an Gestalt der Erde somit zwar auch gleichenden, in der sonstigen Naturbeschaffenheit von ihr aber gewiß sehr verschiedenen Himmelskörpers hellere und dunklere Theile: „Mondflecke“ *, wie ich

* Das Detail der vergleichenden Beschreibung dieser Erscheinung der Erde auf dem Monde gehört in die sogenannte „Astronomia comparativa“, und wird besonders phantasiereich ausgeführt von unserm Kepler in einem kleinen „Opus posth.“ (ich bitte, es in seiner Biographie Bd. I. S. 890. nachzutragen): „Somnium de astronomia lunari.“ Frf. 1634. 4. auf welches ich oben zurückkomme.

** Von dieser Beleuchtung der Nachtseite des Mondes durch Erdenlicht können sich meine Leser mittelst eigener Beobachtung des Neumondes leicht überzeugen: Sie werden dann schon mit mäßigen Fernröhren mehrere, zum Licht-Reflexe besonders geeignete Mondflecke im Glanze dieses „Erdscheins“, des alleinigen, demselben dann zugehenden Lichtes, erkennen.

Zugleich lehrt die Erwägung der Umstände, daß der Neumond, bei welcher Phase wir von diesem Gestirn das wenigste Licht empfangen, doch seinerseits wirklich des meisten Lichtes genießt: seine ganze Nachthalbkugel hat dann Voll-Erde, wogegen dieselbe beim Vollmonde, angeführtermaßen, nur auf Sternenlicht beschränkt ist.

* Von der Configuration solcher „Mondflecke“ rührt auch der so auffallende Anblick eines Gesichts im Monde her, welches schon die Alten, namentlich Plutarch, in seiner unten näher zu erwäh-

oben, mit Verweisung wegen des Details hierher, anticipirend gesagt habe; — und auch nur mittelmäßige Fernröhre zeigen uns auf dem Monde unzählbare Ungleichheiten, Streifen, Vertiefungen, kurz die verschiedensten und seltsamsten Formen, welche eben deßhalb sogleich eine solche große Verschiedenheit ahnen lassen. Die Selenographie, besonders in ihrer neueren Ausbildung, hat für diese eigenthümlichen, verschiedenartigen Mond-Formen auch eine eigene Nomenclatur schaffen müssen, deren Ausdrücke zwar natürlich an entsprechende Gestaltungen auf unserer Erde erinnern (denn woher hätten wir sie sonst entlehnen sollen?), ohne daß damit, wie ich, dem Angeführten gemäß, also gleich ganz besonders bevorworten muß, jedoch mehr als eine allgemeine, zuweilen sogar nur sehr entfernte Aehnlichkeit angedeutet werden sollte. Aus diesem Grunde dürfen wir z. B. bei dem nun einzuführenden Ausdrucke der „Mondgebirge" nicht ohne weiteres auch vollkommen die den Erdgebirgen eigenthümliche Structur, bei „Crater" nicht unbedingt unsere vulcanischen Processe, bei „Mondmeer" namentlich nicht wasserbedeckte Oberflächen im irdischen Sinne u. s. w. annehmen: gewöhnlich ist es vielmehr nichts als ein kaum genauer zu bestimmendes äußeres Merkmal, welches diese bloß gleich benannten Objecte auf beiden Weltkörpern mit einander gemein haben; und man darf daher von jener Aeußerlichkeit nur mit Vorsicht auf den inneren Zusammenhang schließen; man darf die von unserm Wohnorte abstrahirten Begriffe nicht zu dreist auf die Nachbarwelt übertragen, und muß der schon oben angeregten Idee vom Contraste des Erd- und Mond-Lebens, welche ich angelegentlich verfolgen werde, stets um so besorgter eingedenk seyn, als nicht anzunehmen steht, daß sich die so unerschöpflich reiche Natur auf dem Monde in irdischer Form nur geradehin wiederholt haben werde. — Mit dieser Vorsicht ist also die Beschreibung und Nomenclatur der einzelnen Mondformen, womit ich, um hernach überall gleich verstanden zu werden, die Physik des Mondes jetzt einleite, aufzunehmen.

Am auffallendsten darunter sind zunächst die größeren und kleineren, besonders im Vollmonde hervortretenden, grauen Flecke, welche sich theils scharf getrennt vom reineren Mondlichte (von den helleren, hernach zu betrachtenden Mondlandschaften), theils in dasselbe übergehend zeigen. Man hat sie, wie gesagt, Meere (Maren, Maria) genannt, und früher auch wirklich dafür gehalten*, obwohl sich selbst schon Hevel, der oben erwähnte ältere Mondbeobachter, im angeführten Werke der „Selenographia" gegen die aus dieser Benennung gezogenen Schlüsse verwahrt, und ausdrücklich bevorwortet, „er nenne solche Mond-Flecke nur deßhalb Meere, weil er sie mit nichts Anderm besser zu vergleichen wisse". Spätere Beobachtungen und Untersuchungen haben immer deutlicher gezeigt, daß die Vorstellung einer allgemeinen Wasserbedeckung des Grundes, im Sinne unserer Meere, unseres Meerwassers, hier nicht Statt finde**. Denn Unebenheiten der verschiedensten Art ziehen sichtlich durch diese „Maren" hin; die Farbe derselben ist nichts weniger als monoton; ja, man bemerkt in ihnen leer stehende Tiefen; und sie lassen sich allgemein nur als große, gegen ihre hellere Umgebung vertiefte Mond-Ebenen characterisiren. Wenn nun gleich hiermit noch nicht absolut be-

nenden Schrift „De facie in orbe Lunae" richtig also erklärten, und worauf ich daher nicht weiter zurückkomme.

* „Do maculas esse *maria*" sagt Kepler in seinem, mit Verweisung hierher, eben citirten „Somnium de astronomia lunari".

** Ich mache nochmals darauf aufmerksam, daß sich das hier Angeführte natürlich nur auf die zu unserm Anblicke kommende diesseitige Mondhalbkugel bezieht. Die bei der „Libration" (vergl. oben) sichtbar werdenden Randstreifen der abgewendeten Hälfte zeigen indeß auch solche „graue Maren", von welchen, aus hinten näher zu entwickelnden Gründen angenommen werden darf, daß sie in den entfernteren Partien dieser abgewendeten Halbkugel den „Mondwasser-" Charakter vielleicht noch deutlicher offenbaren.

hauptet werden soll, daß das „Wasser“ dem Monde schlechterdings gebreche, so darf doch, auf Grund besonders des obigen letzteren Umstandes, mit ziemlicher Gewißheit angenommen werden, daß sich die „Mondgewässer“ von den irdischen in ihrer Natur sehr unterscheiden*. — Sumpf (Palus) und See (Lacus) ferner hat man die, in der grauen Färbung den „Maren“ zwar verwandten, aber doch etwas helleren Mondflecke genannt, und welche sich von den Maren auch noch dadurch unterscheiden, daß sie mehr von Cratern, Bergadern u. s. w. durchzogen sind; — und mit Busen (Sinus) endlich bezeichnet man buchtenartige Einschnitte in die „Ufer“ (wenn ich so sagen darf) der Maren (von welchen „Mond-Meerbusen“ unsere Karte, namentlich den prachtvollen *Sinus Iridum* — oben, links — auszeichnet).

Ich muß hierbei zuvörderst erst noch bemerken, daß, wie unten weiter auseinander gesetzt werden wird, der vorherrschende Grundtypus aller Mondformen der Kreis ist, und daß sich diese Form auch schon an den bis jetzt erwähnten „Maren“, „Seen“ u. s. w. und zwar um so bestimmter da verräth, wo eine deutliche Begrenzung sichtbar wird.

Die helleren Landschaften des Mondes, auf welche ich nun komme, sind dagegen fast ohne Ausnahme gebirgig; und die höchsten Berge des Mondes übertreffen unsere Berge, wie ich gleich mit anführe, eben so wohl an absoluter Höhe*, als besonders auch an Steilheit, welcher letztere Umstand schon bei Betrachtung des Mondes durch nur mäßige Fernröhre auffällt. Zuweilen, aber viel seltener als auf der Erde, bilden diese Mondberge einfache Reihen, Bergketten, mit einzelnen Gipfeln und kleinen Ausläufern;

* Dieß will ich, meinen vorn gemachten allgemeinen Andeutungen gemäß, mit den obigen Auseinandersetzungen auch eigentlich bloß sagen. Wenn meine Leser nämlich die, dem vorliegenden Collectiv-Artikel beigegebene, im folgenden Vortrage näher zu erörternde Mondkarte genau betrachten, so werden Sie finden, daß nur das „Mare Crisium“ und „Mare Humorum“, beide von einer mäßigen Ausdehnung, wodurch sie etwann an unser „Schwarzes“ und „Kaspisches Meer“ erinnern, gleich diesen auch völlig umschlossen sind, wogegen sämmtliche größere Mond-„Meere“ („Oceanus Procellarum“, „Mare Serenitatis“, „Mare Nubium“ u. s. w.), ganz nach Art der irdischen Oceane, unter einander in Verbindung stehen. Dasselbe habe ich im Artikel Mars, von den „Meeren“ dieses Planeten nachgewiesen; — und diese Analogie wenigstens ist unverkennbar. —

Man könnte mich aber, auf diese Veranlassung, auch gleich noch nach dem Ursprunge der obigen Namen, z. B. des „Mare Humorum“ u. s. w. fragen; allein bloße Willkühr der früheren Mondbeobachter hat, wie ich im Artikel „Mondkarten“ näher zeigen werde, diese Benennungen gewählt, so daß ich weitere Gründe dafür also nicht angeben kann.

* Diese Höhen sind in unserer Mondkarte speciell verzeichnet, und die Leser finden z. B. unter Nr. 93. derselben die Höhe des „Ringgebirges“ (vergl. oben) Curtius zu 21000 Fuß angegeben, welche (absolute) Höhe wenige unserer Berge besitzen. Zieht man dabei aber ausserdem in Betracht, daß der Mondhalbmesser noch nicht $^1/_3$ des Erdhalbmessers ($1 : 3^2/_3$; s. vorn) hält, so überrascht dieß relative „Verhältniß um so mehr; und man könnte mich also gleich nach dem Mittel einer so genauen Bestimmung der Höhe der Mondberge fragen. Hevel ertheilt in seiner auch schon vorn erwähnten „Selenographia“. S. 266. Anleitung dazu. Er fand, daß die Spitze eines Mondberges schon von der Sonne erleuchtet ward (sich als leuchtender und demnach wahrnehmbarer Punct im dunklen Mondviertel zeigte), als diese Spitze in der Quadratur z. B. (im ersten Viertel) noch um $^1/_{13}$ des Mondhalbmessers von der Erleuchtungsgrenze abstand. Nun sey (einem Verfahren gemäß, wovon wir, auf andere Veranlassung, schon im Art. Erde, S. 346. Anwendung gemacht haben) in Fig. 2. der Tafel VI. D diese Mondbergspitze, S die Sonne, SD also der, die Mondkugel an der Erleuchtungsgrenze AB berührende und jene Spitze treffende

gewöhnlicher aber zeigen sie sich als neben einander gelagerte breite Massen: Massengebirge; mit tief einschneidenden oder auch ganz hindurchgehenden Querthälern (die jedoch — vergl. unten — nicht das Ansehen einer Durchspülung, wie auf der Erde, haben). Oder es erhebt sich auch ein bedeutendes ganzes Stück der Oberfläche über die umliegenden helleren sowohl als dunkleren Landschaften als Hochland, und zeigt dabei auf seinem Plateau eine Menge der verschiedenartigsten Gebirgsformen, an einem Rande aber ein hohes Gebirg: Randgebirg*, welches sich mit gewaltigen Abstürzen unmittelbar in die graue Ebene hinabsenkt.

Niedrige Rücken, wie sie gewöhnlich in der Nähe der Lichtgrenze gesehen werden können, und in mäßiger Breite, ohne verwickelte Krümmung, entweder als einfache Kreisbögen, oder auch als ganz gerade Linien, die Mond-Ebene durchziehen, nennt man am paßlichsten Bergadern, bei mehrerer Breite auch Landrücken, und das von ihnen und mäßig hohen Kuppen bedeckte Land Hügelland. — Häufiger als auf der Erde finden sich ferner in den Mond-Ebenen Berge von allen Formen und Dimensionen einzeln: isolirte Berge; sie bilden oft Reihen ohne bestimmten Zusammenhang, umgeben zuweilen auch in der regelmäßigen Kreisform, welche ich schon oben als den Grundtypus der Mondgebilde bezeichnet habe, eine Innerfläche, welche solchergestalt ringsum durch Querthäler mit der äußern verbunden ist, und führen dann in der Mondnomenclatur den Namen der Bergkränze. Diese „Bergkränze" machen nun den Uebergang zu den merkwürdigen

Sonnenstrahl; so ist AD, der Beobachtung zufolge, angeführtermaßen, = 1/13, AC = 0,07692 . AC. Dieß ist die Tangente von ACD, zu welcher nach den Tafeln die Secante CD = 1,00295 . AC gehört, zieht man hiervon CE = AC ab, so bleibt ED = der Berghöhe = 0,00295 . AC (oder, da wir AC oben = 234 Meilen gefunden haben) = 0,00293 . 234 = 0,69 = etwas über 2/3 geographische Meilen.

Ein anderes Hilfsmittel zu dieser Bestimmung gewähren die Sonnen-Finsternisse (vergl. d. A. S. 510.), wobei die, allmälig vor die glänzende Sonnenscheibe rückende dunkle Mondscheibe die eben an ihrem Rande stehenden Berge als schwarze Zacken erscheinen läßt, welche man mikrometrisch äußerst scharf messen und mit dem Mondhalbmesser vergleichen kann (eine Messung, die, wie ich auch gleich bemerke, nicht weniger Anwendung auf die Tiefen der Berg-Schluchten findet, die dann ebenfalls am sich also ausgezackt darstellenden Mondrande sichtbar werden).

Noch häufiger endlich wendet man jetzt, nach — vergl. unten — unseres Olbers Vorschrift, die Messung der, auf dem erleuchteten Theile der Mondscheibe gut beobachtbaren Schattenlängen der Mondberge an. Versinnlichet man sich nämlich den Mond z. B. wieder im ersten Viertel, so sieht man leicht, daß, gleichwie diejenigen seiner Berge, die die Sonne eben im Zenith haben, gar keinen Schatten werfen, diese Schatten dagegen immer länger werden, je weiter die Berge vom Mittagsstande ab und der Erleuchtungsgrenze, für welche die Sonne also eben auf- oder untergeht, näher liegen, demgemäß sich die Höhen aus jenen Schatten-Längen und den Sonnen-Abständen berechnen lassen. — Ich habe meine Leser hierdurch, plangemäß, zunächst von der Ausführbarkeit dieser Messungen überzeugt, und habe solchergestalt wieder einmal diejenige innigere Ueberzeugung bei Ihnen begründet, durch welche dergleichen astronomische Zahlenangaben allein erst ihre rechte Bedeutung erlangen.

* Unter diesen „Randgebirgen" zeichnet sich der Apennin (die Leser finden es auf unserer Karte, im 1sten Quadranten, südwestlich — rechts — vom Mare Imbrium) durch Umfang und Erhebung (18000 Fuß) seines höchsten Gipfels dergestalt aus, daß es wahrscheinlich dasjenige ist, dessen schon Plutarch in seiner (oben erwähnten) Schrift über die Gestalt der Mondscheibe „De facie in orbe Lunae", aus welchen in Lucian's spottendem Dialog „De vera historia" Fragmente vorkommen, als eines besonders auffallenden Mondgebildes erwähnt.

sogenannten Cratern, welche durch ihre Anzahl, ihre Größe und das Fremdartige ihres Anblicks jeden Mondbeobachter in Erstaunen setzen, und deren allgemeiner Charakter in einem hohen, kreisförmigen Walle besteht, der eine sphäroidische Vertiefung umgibt, welche sich fast ohne Ausnahme unter dem Niveau der umgebenden Ebene findet, und häufig wieder mit „isolirten Bergen“ besetzt ist. Dabei treten aber die mannichfaltigsten Modificationen ein; und man hat deßhalb wieder die Unterabtheilung dieser „allgemeinen Craterform“ in Wallebenen, Ringgebirge, Crater im engeren Sinne und Gruben gemacht.

Unter „Wall-Ebenen“ versteht man solche Umwallungen, deren vertiefte Innerfläche 10 bis 30 Meilen im Durchmesser hält; die „Ringgebirge“ unterscheiden sich davon durch die größere Steilheit des umringenden Bergrückens bei geringerer Ausdehnung der meistens auch noch mit einem Centralberge besetzten Innerfläche, und noch bestimmteres Hervortreten der Kreisform; und mit dem Ausdrucke, „Crater (im engeren Sinne“) und „Gruben“ endlich bezeichnet man diejenigen kleineren Tiefen, deren Umwallung zu unbedeutend ist, um genauer erkannt zu werden, und deren Menge auf der Mond-Oberfläche, wie gesagt, geradezu unzählbar genannt werden kann.

Endlich und letztlich zeigt uns der Mond noch zwei Gebilde, zu welchen die Erde kaum ein Analogon bietet, und welche man mit dem Namen der Rillen und Strahlensysteme belegt hat. Die „Rillen“ sind schmale, lange, entweder geradeaus gehende, oder doch nur mäßig gebogene, furchenartige Vertiefungen, mit sehr steilen parallelen Rändern, oft durch Crater oder hin an solchen ziehend, oft auch in der Ebene, in welcher sie sich verlieren, bleibend, und sich, bei mäßiger Breite, zuweilen 30 und mehr Meilen weit erstreckend. Um diese „Rillen“*, wie man wohl gethan hat, mit Strömen oder Flüssen, im irdischen Sinne, zu vergleichen, müßte, nach Art der letzteren, ihr endlicher Erguß in die (Mond-) Meere nachgewiesen werden können, welches der Beobachtung nicht gelingt; — und wenn es also wirklich Flüsse sind, so sind es doch wenigstens von den irdischen wiederum höchst verschiedene, ganz anderen Bedingungen unterworfene Flüsse: es sind Mondflüsse mit Mondwasser, d. h. mit einer, das irdische Wasser auf dem Monde nur mehr oder weniger repräsentirenden, diesem Weltkörper charakteristisch-eigenthümlichen Flüssigkeit. — Unter „Strahlensysteme“ dagegen versteht man Lichtstreifen, welche vom Fuße vieler der größeren Mond-Ringgebirge ab, radienartig, oft über hundert Meilen weit fortziehen, und dabei meistens nur eine geringe Breite von wenigen Meilen haben. Ihr Glanz ist so energisch, daß sie selbst das hellste andere Vollmondlicht überstrahlen; — und wenn überhaupt ein Ausdruck der Vergleichung für sie zulässig ist, so möchte ich sie Glasströme nennen, ohne jedoch damit für die Phantasie meiner Leser irgend maßgebend werden zu wollen. — Mit den hier beschriebenen, von den irdischen also meistens ganz verschiedenen Gebilden finden die Leser nun die Mondfläche, und zwar, wie ein Blick auf unsere Karte zeigt, überaus dicht besetzt; und wenn Sie mit diesem Verhältnisse die vorn nachgewiesene mehrere Stofffeinheit der den Mond bildenden Materie, die, in dem besonderen Art. Atmosphäre des Mondes, S. 76. dargethane große Dünnheit der Mondluft und die daraus folgende, ähnliche leichtere Beschaffenheit des (Mond-) Wassers, welches also dem Monde so wenig als die Luft ganz abgeläugnet werden mag, zusammenhalten: so wird dieß nach meiner Absicht dazu dienen, Sie immer inniger von dem bevorworteten gänzlichen Contraste zwischen der Natur-Oeconomie auf der Erde und dem Monde zu überzeugen. Die Natur ist aber auch allerdings reich genug, um sich, selbst auf dem zu-

* Die beste Arbeit über dieß eigenthümliche Mondgebild finden Leser, welche ein mehreres Detail, als mein Werk bieten kann, verlangen, in unseres Mädler „Beiträge zur Kenntniß der Himmelskörper“. Weimar. 1841. gr. 4. S. 11. „Ueber die Rillen der Mondfläche“.

nächst benachbarten Gestirn, in ihren Formen nicht zu reproduciren: sie besitzt hinreichende Mittel, um im Schaffen und Walten überall einen eigenthümlichen Charakter auszusprechen; und es ist eine Beschränktheit der Ansicht, gerade nur die Form eines planetarischen Lebens als die einzige mögliche gelten lassen zu wollen, welche wir eben auf unserm Erdkörper vorfinden.

Ausserdem aber kommt für den, solchergestalt nochmals hervorgehobenen Contrast des Mond- und Erdlebens nicht minder der vorläufig oben auch schon erwähnte Umstand der ganz andern klimatischen Verhältnisse auf dem Nachbargestirn in Betracht. Wir haben gesehen, daß auf diesem Gestirne von einer heißen und von kalten Zonen, im Sinne unseres Planeten, kaum die Rede ist, daß die Sonne vielmehr den dortigen Aequator fast nicht verläßt, und daß das Mond-Clima, soweit dasselbe allein von dieser Bedingung des Sonnenstandes abhängig ist, daher ununterbrochen unserm Frühling oder Herbste gleichen muß, wogegen auf der Erde nur während der kurzen Dauer dieser beiden Jahreszeiten ein ähnlicher Sonnenstand eintritt. Die Klimatologie des Mondes weist also wenigstens gewiß auf den Charakter einer größeren Constanz hin; und man kann daraus, mit gleichzeitigem Bezuge auf die (vergl. ebenfalls oben) längere Tag- und Nachtdauer (Sonnen-Beleuchtung und Entbehrung), Schlüsse auf die Mondvegetation ableiten, worin ich, obwohl wirkliche Beobachtung das erste Glied der Schlußkette abgibt, jedoch nicht weiter zu gehen wage, welche sich aber sehr phantasiereich in unseres Münchener Astronomen Gruithuisen schon öfter citirter „Naturgeschichte des Himmels". München. 1836. gr. 8. S. 185. flgd. entwickelt finden.

Hieran reihet sich nun, in noch weiterer Verfolgung jener, zunächst immer doch wieder von der Beobachtung selbst ausgehenden Schlußkette, die für uns noch interessantere Frage nach der Bewohntheit des Mondes, und zwar nicht bloß überhaupt durch lebende, sondern auch besonders durch denkende und empfindende Wesen: denn die Vegetation, auf welche wir durch Betrachtung der climatischen Verhältnisse geführt worden waren, bedingt das Animalische. Wenn der Naturphilosoph aber die Existenz von Bewohnern auf diesem Gestirne, gleichwie auf allen Weltkörpern postulirt, so hat er dafür außerdem einen noch allgemeineren, entscheidenden Grund: die feste Ueberzeugung von der höchst-möglichen Zweckmäßigkeit alles Erschaffnen. Diese Ueberzeugung ist es, welche uns, da das Lebendige und Empfindende höhere und edlere Zwecke als das Leblose erfüllt, schlechterdings zwingt, ein empfindendes Daseyn überall, wo wir ein solches als diesergestalt nur möglich anerkennen, auch als wirklich vorhanden zuzugeben*. Bei der nachge-

* Kant: „Naturgeschichte des Himmels". 4te Aufl. Zeitz. 1808. S. 124. „Es wäre eine Ungereimtheit, die Bewohntheit der Himmelskörper zu läugnen"! — Indeß bin ich meinen Lesern die Mittheilung auch einer, andere Gesichtspuncte für diesen Gegenstand andeutende Beobachtung der allerneuesten Astronomie schuldig: Unter der Ueberschrift: „der Mond durch das neue Riesen-Teleskop des Lord Rosse (d. Art. Spiegelteleskop führt mich darauf zurück) angeschaut" enthält der „*Observer*" nämlich folgende merkwürdige Mittheilung: „den Mond betreffend, so ist jeder Gegenstand auf seiner Oberfläche, der die Höhe von 100 Fuß hat, vermittelst dieses Teleskops, deutlich sichtbar. Bei sehr günstigen Luft-Verhältnissen kann man selbst Gegenstände, die nur bis 50 Fuß Höhe haben, unterscheiden. Besonders hervortretend auf der Mond-Oberfläche sind verschiedene Krater von ausgebrannten Vulkanen, dann Felsen und Massen von Steinen, welche letztere unzählbar sind. Ein gewöhnliches Gebäude auf der Oberfläche des Mondes würde durch dieses Teleskop deutlich sichtbar werden (womit die gleich folgende Bemerkung unseres Mädler zu vergleichen ist). Indeß zeigt sich auf dem Monde nichts von Wohnungen und Gebäuden, gleich den unsrigen, kein Ueberbleibsel der Architektur als ein Anzeichen, daß der Mond je durch eine Race von Sterblichen, ähn-

wiesenen großen Verschiedenheit der Lebensbedingungen auf dem Monde und auf der Erde, muß aber begreiflich für die Mondbewohner („Seleniten") auch eine ganz andere Organisation * als für uns Erdbewohner angenommen werden: die Mannichfaltigkeit dieser Organisationen der Weltkörperbewohner überhaupt ist gewiß nicht weniger groß, als die Verschiedenheit der Weltkörper selbst, von denen, soweit unsere Beobachtung irgend reicht, keiner in seinen Naturverhältnissen dem andern völlig entspricht. Auch haben, wie ich, des besondern Interesses des Gegenstandes wegen, aus den unten beigefügten historischen Notizen hier anticipire, schon die Pythagoräer den Mond in einer solchen Art für bewohnt und mit Pflanzen und Thieren besetzt gehalten, wovon man das Nähere beim Plutarch „De placit. philos. II. 30. einsehen kann. Noch andere Meinungen der Alten hierüber in Fabricius Bibliotheca Graeca. T. I. cap. 20.; — den obigen bestimmten Namen der „Seleniten" aber verdanken die Mondbürger erst unserm neueren Mondbeobachter Hevel, welcher sie in seiner mehrmals citirten „Selenographia" S. 109. flgd. also getauft hat. Huygens, der uns vielfach bekannt gewordene Holländische Astronom des 17ten Jahrhunderts („Cosmotheorus". Hag. Com. 1698. 4. S. 24.), ferner setzt in den Mond „animalia quae ratione utuntur"; und der liebenswürdige Fontenelle („Entretiens sur la pluralité des mondes", von deren wiederholten Ausgaben sich wohl eine oder die andere in den Händen der meisten meiner Leser befindet) bevölkert dieß Gestirn „d'habitans, mais qui ne sont point du tout faits comme les hommes". — Diese Uebereinstimmung der Meinungen spricht nicht weniger bestätigend für die, durch so viele innere Gründe, und durch eine Schlußkette, deren erstes Glied, wie gesagt, die Beobachtung und Erwägung der allgemeinen Naturbeschaffenheit des Mondes selbst abgibt, unterstützte Ansicht von der Bewohntheit dieses Gestirns durch lebende und empfindende Wesen; nur muß man sich, wie ich vorläufig auch schon oben, mit Verweisung wegen des Näheren hierher, sorgfältig gewarnt habe, nicht etwann einfallen lassen, das Vorhandenseyn dieser „Seleniten" namentlich durch das Fernrohr, auch wirklich und augenscheinlich verificiren zu wollen. Zunächst schließt die nachgewiesene Unzulänglichkeit unserer Teleskope, in Verbindung mit der Beschaffenheit der irdischen Atmosphäre *, alle und jede Hoffnung

lich der unsrigen, bewohnt gewesen wäre. Er bietet durchaus nichts dar, was zu der Vermuthung führen könnte, daß dort grüne Felder und Wiesen vorhanden wären, wie auf unserem Erdball. Es ist durchaus kein Wasser sichtbar, kein See, kein Fluß, oder selbst nur ein Reservoir, um Wasser herbeizuführen. Es erscheint hier durchaus Alles wüst und öde". — Ich gebe diese Anführungen des „Observer", wie gesagt, genau in der Art, in welcher ich sie finde, späteren Beobachtungen eine Bestätigung überlassend, die mir, und wahrscheinlich auch den meisten meiner Leser, hier ganz besonders Noth zu thun scheint, ehe man Behauptungen seinen Glauben schenkt, welche namentlich mit den schon citirten, gleich folgenden Bemerkungen unseres großen Mondtopographen Mädler in so vollkommnem Widerspruche stehen.

* Die vorn, nicht ohne Absicht hervorgehobene, so sehr viel größere Leichtigkeit aller Bewegung auf dem Monde dürfte einen Hauptcharakter dieser Organisationsverschiedenheit zwischen dem Mond- und Erdbürger abgeben. Ich mache, wieder nicht ohne Absicht, in einer besondern Note, nochmals auf diesen Umstand aufmerksam.

* Mädler „Selenographie". Vorwort. V. (womit jedoch die vorausgehende Anmerk. zu vergleichen ist): „Um einen Menschen oder ein größeres Thier ohne künstliche Hilfsmittel noch deutlich als solche zu erkennen, dürfte Eine deutsche Meile doch selbst für das schärfste menschliche Auge wohl die äußerste Grenze seyn. Wenn man aber den Mond aus seiner Entfernung von 50000 Meilen bis auf diese 1 Meile heranziehen wollte, so wäre eine 50000malige Vergrößerung nöthig: man würde damit auf diese Entfernung nur erst eben soviel, als ohne Vergrößerung, in der Entfernung der 1 Meile

auf die Erlangung dieſer Art von Evidenz für immer aus; auſſerdem finde ich aber noch den höheren Grund gegen die Möglichkeit einer ſolchen Erlangung augenſcheinlicher Gewißheit über die Bewohner anderer Weltkörper in den Abſichten der Gottheit Selbſt, welche ſo tiefe Einblicke in das eigentlichſte Weſen dieſer anderen Geſtirne nicht gewollt haben kann; — eine Anſicht, die ich jedoch hier nicht weiter verfolge, ſondern derentwegen ich auf die aſtronomiſchen Andeutungen in meinem Werke über die Unſterblichkeit der Seele* verweiſen muß. —

Die bis hierher vorgetragenen, durch unſere Schlußkette aus den Beobachtungen ſelbſt abgeleiteten Folgerungen über die Lebensformen auf dem Monde, beziehen ſich aber eben deßwegen natürlich auch nur auf die, den Beobachtungen allein zugängliche dieſſeitige Mondhalbkugel; — die ſtets von uns abgewendete (vergl. vorn) kleinere Hälfte des Mondes, welche indeß, nachgewieſenermaßen, doch immer noch 300000 □ Meilen enthält (unſer Deutſchland an Flächen-Inhalt gegen dreißig Mal übertrifft) iſt uns dagegen, unter jenem Geſichtspuncte unmittelbarer Beobachtung, natürlich auch eine, wie ich mich oben ausgedrückt habe, völlige „Luna incognita“. Mehrere Sternkundige, namentlich der verewigte Hof-Aſtronom Bode zu Berlin, in ſeinen wiederholt citirten Werken passim, und nach ihnen ich, oben, haben die Meinung aufgeſtellt, daß, da alle „Neben-Planeten“ (vergl. d. A.) ihrem Haupt-Planeten, nach Art unſeres Mondes, ſtets nur dieſelbe Seite zukehren, und die in Rede ſtehende andere Hälfte gleich ſehr ſtets abgewendet halten, die letztere wohl in dem nämlichen Maße mehr für die Zwecke der Bewohnbarkeit, wie die erſtere nur Behufs beſonderer Erleuchtungsfähigkeit organiſirt ſeyn möge. Die abgewendete Mondhälfte genießt, wie ſich die Leſer ebenfalls aus dem Vorangehenden erinnern, während ihrer 354 ſtündigen (½ . 29½ tägigen) Nacht nur des wenigen Sternenlichtes: die Erleuchtung durch das, die andere Hälfte ſo kräftig beſcheinende Erdlicht wird ihr nie zu Theile; und dieſer Mangel mit ſeiner Folge ſo lange dauernder tieferer Dunkelheit, könnte für ſie allwohl beſondere meteoriſche Einflüſſe*, namentlich eine, ſchon oben als wahrſcheinlich bezeichnete, größere Dünſte-

ſehen. Nun iſt bis jetzt (vergl. nochmals Fernrohr, S. 439.) eine 300malige Vergrößerung die ſtärkſte, welche man mit verhältnißmäßigem Erfolge auf den Mond hat anwenden können; und es müßte daher eine Vervollkommnung unſerer Fernröhre, in allen ihren Beziehungen, nach dem Verhältniſſe von 300 : 50000 = 166 vorangehen, auſſerdem aber, anderer Umſtände noch gar nicht zu gedenken, die Erdatmoſphäre zugleich 166 Mal durchſichtiger werden, um einen „Seleniten“ von Menſchengröße auf dem Monde wahrzunehmen“.

* „Still-Leben, oder: Ueber die Unſterblichkeit der Seele. Briefe an eine Freundin“. Von Dr. Joſeph Emil Nürnberger. 3te Aufl. Kempten, Dannheimer. 1846. 8.

* Wenn man dem Mondlichte meteoriſche Einflüſſe auf die Erde zuſchreibt (eine Unterſuchung, wegen deren Einzelheiten ich auf Mädler's großes Mondwerk, S. 154. verweiſe), ſo iſt wohl Nichts natürlicher, als, umgekehrt, vom (vergl. oben) 14 Mal ſtärkeren Erdlichte auch eben ſoviel ſtärkere meteoriſche Einflüſſe auf den Mond zu präſumiren. Indem aber alſo die jenſeitige Halbkugel dieſen Einfluß durchaus nicht, und die dieſſeitige denſelben dagegen ganz erleidet, muß, ſcheint es mir, eine meteoriſche Verſchiedenheit zwiſchen beiden die nothwendige Folge davon ſeyn: die wäßrigen Meteore (ſoweit ich dieſen Ausdruck von einer tropfbaren, das irdiſche Waſſer auf dem Monde repräſentirenden Flüſſigkeit gebrauchen darf) werden auf jener jenſeitigen Halbkugel vorherrſchen. — Damit könnte ſich eine andere, die Bewohnbarkeit begünſtigende Verſchiedenheit, nämlich die der Beſchaffenheit des dortigen Terrains verbinden; wiewohl ich nicht unbemerkt laſſen darf, daß unſer großer Mondtopograph Mädler dieſe Anſicht in ſeiner trefflichen Arbeit „Ueber die jenſeitige Mondhalbkugel“ (vergl. die ſchon oben citirten

Ansammlung und mehreren wäßrigen Niederschlag, als Bedingung der Wohnbarkeit, bewirken. — Ich gebe diese Andeutungen, nach dem erwähnten Vorgange des würdigen Bode, jedoch nur als eine Hypothese, zu deren Unterstützung ich, der Natur der Sache gemäß, also keinerlei wirkliche Beobachtung, sondern lediglich die schon früher dafür geltend gemachte Beziehung auf huldreiche Absichten einer um das Wohl Ihrer Seleniten besorgten, immer gleich gütigen Vorsehung anführen kann.

In dieselbe Kategorie der Hypothesen gehören die von verschiedenen Schriftstellern aufgestellten Ansichten über den Ursprung des Mondes, über eine, wenn ich so sagen darf, Selenogonie, oder doch wenigstens über die nächsten Ursachen der jetzigen Oberflächen-Beschaffenheit dieses Weltkörpers, worauf ich mich beschränke, und worauf ich auch nicht einmal eingehen würde, wenn derselbe nicht als Nachbargestirn eine besondere Wichtigkeit für uns hätte, und deßhalb auch eine Betrachtung unter allen Gesichtspuncten erheischte.

Ich habe aber in diesem Bezuge schon oben, als die häufigste aller Mondbildungen, die, auch wirklich ganz unzählbaren, großen und kleinen „Crater" hervorgehoben, welche die Oberfläche dieses Gestirns bedecken, und ich habe demnach bereits durch den Namen auf eine vulcanische Entstehung hingedeutet, zu welcher Annahme man sich, bei genauerer teleskopischer Betrachtung dieser Gebilde, auch wirklich gezwungen sieht. Diese Art von Entstehung würde also vulcanische Ausbrüche voraussetzen; und „wenn solchergestalt (Mädler, l. c.) Ausbruch (éruption) das rechte Wort ist, wodurch im Ganzen und Großen, das Wirken der die Mond-Oberfläche gestaltenden Kraft* bezeichnet wird, so käme es darauf an, darzuthun, daß gerade diese Art von Effect auch zu den sämmtlichen Mondformen im natürlichsten Rapport stehe". — Die specielle Erörterung hierüber würde mich zu weit führen; und ich begnüge mich daher, nur das Final-Resultat in die Worte zusammen zu fassen, daß, gleichwie bei Bildung der Oberfläche der Erde (vergl. d. A. S. 369.), das Wasser, unter bloßer Mitwirkung des Feuers, die Hauptrolle gespielt hat, die Mond-Oberfläche dagegen ihre heutige Gestalt mehr dem (Mond-) Feuer zu verdanken scheint, indem eine Mitwirkung des (oben auch schon als leichter, stofffeiner, charakterisirten, und deßhalb weniger energisch auftretenden Mond-) Wassers dabei kaum bemerkbar ist**. — Dieß mag, wie gesagt, über „Selenogonie" genügen.

Die Geschichte der allmäligen Ausbildung unserer Kenntniß vom Monde dagegen anlangend, so sind, um, bevorwortetermaßen, nun auch einige nähere historische Notizen über dieß für uns so wichtige Gestirn beizubringen †, soviel wir wissen, die Chinesen (wenigstens nach den Berichten der Jesuiten, die aber — vergl. Astronomie, S. 59. — keinen unbedingten Glauben verdienen) das älteste Volk, welches astronomisch

„Beiträge zur Kenntniß der himmlischen Körper". Weimar. 1811. gr. 4. S. 3 flgd.) nicht unbedingt theilt. Freilich bezieht sich Mädler aber, wie auch wieder hervorgehoben werden muß, dabei lediglich auf die, vermittelst der Libration, zu seiner Wahrnehmung gekommenen Randstreifen, und seine Schlüsse erleiden dadurch willkürlich eine Einschränkung.

* Ich bevorworte nochmals, daß hier nur, und nur soweit von einer bloßen Aehnlichkeit der lunarischen und terrestrischen Vorgänge die Rede seyn kann, als sie bei der übrigen allgemeinen Verschiedenheit der verschiedenen Gestirne admittirt werden darf.

** Was ich oben, mit Verweisung hierher, über den Mangel aller Bemerkbarkeit von „Durchspülungs"-spuren an den Gebirgsthälern des Mondes, im Gegensatze derer der Erde, angeführt habe, scheint für diese „selenogonische" Hypothese — denn für etwas Weiteres gebe ich die Ansicht, wie gesagt, wieder nicht — gleichwohl fast entscheidend zu sprechen.

† Ich behalte deren Vervollständigung dem speciellen Art. „Mondungleichheiten" vor, in welchem sich auch das darauf bezügliche Historische, nach Einsicht von der Sache selbst, erst besser beurtheilen läßt.

brauchbare Beobachtungen dieses Gestirns angestellt hat; jedoch läßt sich darüber nichts recht Zuverläßiges mehr anführen, da bekanntlich im Jahre 213 vor Christus auf Befehl des Chinesischen Kaisers Schi Hoangti, alle Chinesischen Bücher verbrannt wurden, wodurch die Wissenschaften einen solchen Verfall erlitten, daß wir namentlich die Chinesische Astronomie erst mehrere Jahrhunderte nach Christus wieder in einem gewissen Glanze erblicken*. Nach einigen Schriftstellern war indeß selbst das Jahr der Chinesen schon früher ein Mondenjahr (eine, vergl. Jahr, S. 800., Periode von 12 synodischen Monaten, d. h. also von $12 . 29\frac{1}{2} = 354$-, statt unserer resp. 365 und 366, Tagen), welches sie durch Bezug auf den ihnen also auch bereits bekannten, 19jährigen Mond-Cykel (s. Cykel, sub initio) mit den Sonnenjahren (von welchen 19 danach sehr nahe 235 solchen synodischen Monaten gleich sind) in Uebereinstimmung erhielten**.

Genauere Kenntnisse vom Monde, namentlich von den Gesetzen seiner Bewegung, treffen wir bei den Chaldäern; und Geminus, der von mir schon mehrfach citirte astronomische Schriftsteller, welcher um 70 vor Christus auf der Insel Rhodus lebte, und dessen „Einleitung in die Astronomie" auf uns gekommen ist, belehrt uns, daß diesem Volke eine (nicht mit der eben angeführten 19jährigen zu verwechselnde) Periode (Saros) von $6585\frac{1}{3}$ (223 . 29 T. 12h 44') Tagen bekannt war, binnen welcher 223 synodische***, 239 (vergl. vorn) anomalistische-, und 241 Drachen-Monate ablaufen. Ausserdem sagt Diodor (Historiar. II. 31.) ausdrücklich, daß die Chaldäer „den Mond als das der Erde nächste, von der Sonne beleuchtete und also nur mit erborgtem Lichte glänzende Gestirn gekannt, und daß sie seine Finsternisse vom Eintritte in den Erdschatten abgeleitet haben."

Von der Astronomie der Aegypter wissen wir wenig: die Priester dieses Volkes, in deren Händen sich die Wissenschaft befand, scheinen sehr geheimnißvoll damit gethan zu haben; indeß war ihnen, wie wieder Mädler anführt, hinsichtlich des Mondlaufes bekannt, daß 309 synodische Monate 25 ihrer Jahre (von — vergl. Jahr, S. 797. — unausnamentlich nur 365 Tagen) gleich seyen°.

Der uralte Ruf der Inder erregt die Vermuthung, daß auch die Astronomie bei ihnen schon sehr früh auf einer hohen Stufe der Vollkommenheit gestanden habe; und in der That verrathen ihre Tafeln des Mondes, als des uns hier beschäftigenden besondern astronomischen Gegenstandes, eine genaue Kenntniß der Bewegungen dieses Gestirns. Allein Laplace: „Exposition du Système du Monde." 4te Aufl. II. 309. thut im Widerspruche mit Bailly's dießfallsigen Anführungen (vergl. d. A. Astronomie, S. 66.) dar, daß jene Tafeln wenigstens nicht einer so frühen Epoche angehören, sondern, mit wahrscheinlicher Benutzung der schon vorauf angeführten Entdeckungen, erst später angefertiget sind.

Ich komme jetzt zu den Griechen, welche in der Astronomie Schüler der Chaldäer und Aegypter waren, in der

* Ich thue deßhalb auch im Art. Finsternisse, S. 535. Chinesischer Bemühungen um die Mondtheorie erst aus dem 5ten Jahrhunderte nach Christus Erwähnung

** Ich darf, im Widerspruche mit Mädler, welcher die obige Behauptung aufstellt, nicht unerwähnt lassen, daß Lalande „Astronomie". §. 403. dagegen ausdrücklich sagt, „que les Chinois ont connu *l'année* de $365\frac{1}{4}$ jours, et que *de tout temps* ils ont compté des *années solaires* d'un solstice d'hiver au suivait".

*** Die 19jährige ($6939\frac{3}{4}$ tägige) Periode des Meton, welche gerade 235 synodische (zu 29 Tagen 12h 44') Monate umfaßt, führt (vergl. Cykel) die Neumonde auf die nämlichen Jahrestage zurück, und diente also zur Kalender-Bestimmung dieser Neumondstage.

Der Chaldäische Saros der $6585\frac{1}{3}$ Tage dagegen, über welchen auch ein eigener Artikel handelt, bezieht sich auf die Rückkehr der Finsternisse (s. d. A. S. 535.), und erfüllte also, wie gesagt, ganz andere Zwecke.

° $309 . 29$ T. 12h 44' $= 25 . 365$.

uns vorliegenden Theorie des Mondes vor Meton aber wenig geleistet zu haben scheinen. Letzterer Astronom, aus Leukonea bei Athen, gab im Jahre 432 vor Christus diejenige eben erwähnte (die nach ihm benannte „Meton'sche") Periode an, über welche ich, wie gesagt, im Art. Cyklus ausführlich handle, und wodurch er eine sehr nahe Vereinbarung des (Julianischen) Sonnenjahres von 365 Tagen 6 Stunden mit dem synodischen Monate von 29 Tagen 12h 44′ bewirkte, indem er darthat, daß sowohl 19 jener Jahre, als 235 dieser Monate mit dem (19.365 Tage 6 Stunden = 235.29 Tage 12h 44′ =) 6940ten Tage ablaufen, so daß, wenn z. B. einmal an einem (unsere* Bezeichnung zu gebrauchen) 1ten Januar irgend eines Jahres Neumond gewesen ist, nach 19 Jahren (6940 vollen Tagen), am 1sten Januar des 20ten Jahres, als dem 6941ten Tage, wieder ein Neumond fällt, wonach sich also die Neumonde nun ferner mit abwechselnden 29 und 30 vollen Tagen (und einem, wegen der überschießenden 44′, von Zeit zu Zeit einzuführenden Monat-Schalttage) für immer ansetzen ließen. Da hierbei jedoch, wie man sieht, nur von einer bestimmten Zahl „voller Tage" die Rede war, und sich die vernachläßigten kleineren Zeittheile auch bald zu einem solchen vollen Tage zusammenhäuften, dergestalt, daß das beabsichtigte Zusammentreffen der Neumonde mit den nämlichen Jahrestagen nicht mehr genau Statt fand; so setzte der spätere Griechische Astronom Calippus schon nach einem Jahrhunderte (330 vor Christus) eine andere (die Calippische) Periode (von 4.19, also) von 76 Jahren an die Stelle der Meton'schen, indem er nämlich zugleich den letzten 30tägigen Monat derselben in einen 29tägigen verwandelte (1 Tag wegwarf); und diesen 76 Jahren also, statt der 4.6940 Tage, welche Meton's Annahme gemäß, darauf gekommen wären, nur 4.6940 weniger 1 Tag gab. Dieser neuen „Calippischen Periode" gemäß, wurden demnach:
(4.19 =) 76 Sonnenjahre = (4.der obigen 235 =) 940 synod. Monate = (4.[6940] − 1) = 27759 vollen Tagen gesetzt.

Die schärfsten Ermittlungen der heutigen Astronomie geben die Dauer des tropischen Jahres (vergl. Jahr, S. 799) = 365 T. 5h 48′ 51″, des synodischen Monates := 29 T. 12h 44′ 3″, welches für jene 76 solcher Jahre 27758 T. 9h 42′, und für die 940 synodischen Monate 27758 T. 18h 6′ austrägt. Die Zeit, um welche der Neumond am Ende dieser Periode zu früh kam (der dießfallsige Fehler der Periode; denn wenn ihre Annahme voller Tage ganz genau gewesen wäre, so hätte der Neumond erst zu Schlusse der 24 Stunden jenes 27759., d. h. mit Eintritte des 27760ten, als Anfangstages einer neuen 76jährigen Periode kommen sollen), betrug demnach nicht mehr als (24h − 18h 6′ =) 5h 54′, und stieg solchergestalt allererst nach (4.76 =) 304 Jahren auf (4.5h 54′ = nahe) 1 vollen Tag, um den der Neumond dann vor dem zugehörigen Jahrestage des, auf diese Periode begründeten, damaligen (wenn ich so sagen darf) „Kalenders" eintraf. — Man sieht hieraus, welche Genauigkeit diese Calippische Periode hinsichtlich des Mondlaufes, worauf ich mich hier zu beschränken habe, gewährte, obwohl sie an vollkommner astronomischer Strenge doch noch dem eben erwähnten Chaldäischen „Saros" nachsteht, welcher aber, angeführtermaßen, freilich wieder nicht den Zweck der bürgerlichen Gesellschaft, die den Ausdruck in „vollen" Tagen* verlangt, erfüllte.

* Die alten Griechischen Astronomen hatten nämlich nicht sowohl diesen Tag, als den genauen Termin ihrer Olympischen Spiele vor Augen, worauf ich hier nicht weiter eingehe.

* Damit man eine solche vollkommne Vereinigung der Umlaufszeiten zweier Gestirne, wie hier also namentlich der Sonne (Erde) und des Mondes, zu ganzen Tagen ausführen könnte, müßten, wie nun leicht einzusehen ist, diese Zeiten unter sich und zugleich mit Erdentagen commensurabel in aller Strenge seyn, welches Zusammentreffen von Bedingungen wohl überhaupt selten vorkommen dürfte.

Als der ausgezeichneteste Astronom des Griechischen Alterthums darf aber Hipparch von Nicäa (2tes Jahrhundert vor Christus) betrachtet werden; und unsere Mondtheorie namentlich verdankt ihm die Bestimmung der Excentricität der Mondbahn, der Neigung dieser Bahn gegen die Ebene der Ekliptik, die Entdeckung der Parallaxe dieses Gestirns u. s. w. u. s. w.* — Arbeiten, welche diesem ausgezeichneten Manne die astronomische Unsterblichkeit sichern.

Von ihm komme ich, da über die Bemühungen der Römer um die Astronomie, mit Ausnahme der Julianischen Reform des Kalenders (vergl. d. Art. S. 838.), wenig zu sagen ist, sogleich zum Alexandriner Ptolemäus (2tes Jahrhundert nach Christus), welcher die Mondtheorie in dem Puncte wieder aufnahm, wo sie sein großer Vorgänger Hipparch gelassen hatte, und sie besonders durch die Entdeckung der Evection, einer der bedeutenderen Mondungleichheiten, welche ich sogleich in diesem Collectiv-Artikel betrachten werde, bereicherte. Sein berühmtes astronomisches Werk, dessen ich eben unter dem Namen „Almagest" erwähnt habe, ist unter demselben von den Arabern übersetzt und ganz auf uns gekommen (meine Leser werden die Anführung der deutschen Uebersetzung von unserm Bode: „Ptolemäus Beobachtung und Beschreibung der Gestirne". Berlin. 1795. 8. hier wohl am liebsten finden).

Die Meinungen der Griechischen Philosophen über die Natur-Beschaffenheit und besonders über die Bewohntheit des Mondes, habe ich schon vorn beibringen müssen; und es bleibt mir daher von Griechischer Ansicht dieses Gestirns weiter Nichts anzuführen, da Ptolemäus nächste Nachfolger Erhebliches dafür nicht mehr geleistet haben, und alsdann der lange Zeitraum eintrat, binnen welchem, so wie für die Wissenschaften überhaupt, namentlich für die Astronomie wenig geschehen ist. Erst im 8ten Jahrhunderte finden wir die Araber, bei der angeführten Benützung der Ptolemäischen Arbeit, wieder mit Berechnung von Mond- und Sonnenfinsternissen beschäftiget; dieses Volk conservirte wenigstens den Schatz alten astronomischen Wissens, und überlieferte denselben treulich der Epoche des neueren Europa, in welcher wir (letzte Hälfte des 17ten Jahrhunders) sogleich Tycho de Brahe, auch in unserm Bezuge der Vervollkommnung der Theorie des Mondes, beschäftiget finden, von dessen Ungleichheiten Er die Variation (vergl. namentlich den besondern Art.) entdeckte. An Tycho reihet sich als Mondbeobachter der oben ausführlich geschilderte, fleißige Danziger Astronom Hevel, und an diesen wieder Dominic Cassini, dessen „Mondgesetz" gleichfalls schon oben angeführt ist. Inzwischen trat aber auch Newton mit seiner zunächst aus der Mondbewegung abgeleiteten Theorie der Gravitation (vergl. d. A. S. 688. flgd.) hervor; und der uns nicht weniger schon bekannte vortreffliche Deutsche Astronom Tobias Mayer (biographische Notizen über ihn vorn, S. 26.) bildete diese Theorie in speciellem Be-

Man findet sich also für den praktischen Gebrauch gezwungen, nur eine solche Periode zu wählen, die der Wahrheit am nächsten kömmt, wie man z. B. in ähnlicher Weise die genaue Dauer des Sonnenjahres von den obigen 365 Tagen 5^h 48′ 51″ dadurch fortwährend auf einen Ausdruck in „ganzen Tagen" bringt und dabei erhält, daß man 3 gemeinen Jahren 1 Schaltjahr von 366 solchen Tagen folgen läßt, von 4 Säcularjahren aber hinwiederum 3 zu gemeinen macht, wobei nur ein Fehler übrig bleibt, welcher sich (vergl. Kalender, S. 845.) allererst nach Jahrtausenden zu Einem „ganzen Tage" anhäuft. — Diese Anführung wird den Gegenstand aber, und darum bringe ich sie bei, noch unter einem andern Gesichtspuncte erläutern helfen.

* Das Detail dieser, gleich der früher angeführten Ermittlungen der vor-Christlich-Griechischen Astronomie besonders beim Geminus (s. oben): „Isagoge in Phaenomena s. Elementa astron. in Petavii Uranalogio". Paris. 1600. Fol.; das Spätere im „Almagest", dessen ich gleich erwähne. — Die Leser könnten sonst auch fragen, wie die Kenntniß von diesen Ermittlungen auf uns gekommen sey?

zuge auf den Mond, und unter demjenigen praktischen Bezuge, darüber sich d. A. Länge zur See verbreitet, noch weiter aus. Die theoretische Richtung des Problems verfolgten dagegen Euler, d'Alembert, Lagrange, Laplace, indeß zugleich Schröter zu Lilienthal, lauter uns bereits hinlänglich bekannte Namen, in Hevel's, des eben genannten Beobachters, Fußstapfen tretend, unserer physischen Kenntniß vom Monde eine Menge neuer Entdeckungen hinzufügte, bis endlich der, im Laufe dieses Artikels so viel erwähnte Mondtopograph per excellentiam Mädler* diejenigen großen Mondwerke erscheinen ließ, deren ausführliche Angabe ich mir schon vorn für den literarischen Theil, dieser Mondbetrachtung, zu welchem ich nun komme, vorbehalten habe.

Das Hauptwerk darunter (auf die kurz vorher erschienene große Mondkarte — „Mappa Selenographica" — führt mich der besondere Artikel) ist aber die „Allgemeine vergleichende Selenographie. Mit besonderer Beziehung auf die vom Verfasser herausgegebene Mappa Selenographia". Berlin, Schropp. 1837. gr. 4. — wohl die vollendeste planetarische Monographie, welche die gesammte astronomische Literatur aufzuweisen hat. Daran reihet sich als ein, obwohl hier und da auch noch vielfach bereicherter Auszug, die „Kurzgefaßte Beschreibung des Mondes". Eben daselbst. 1839. gr. 8. Ausserdem aber enthalten Mädler's ebenfalls schon voran erwähnte „Beiträge zur physischen Kenntniß der Himmelskörper des Sonnensystems". Weimar. 1841. gr. 4. mehrere gleich ausgezeichnete Arbeiten über Mondtopographie. Und endlich verdient der, der Mondbeschreibung gewidmete Abschnitt der „Populäre Astronomie" unseres Mädler (2te Aufl. Berlin, Heymann. 1846. gr. 8. noch unvollendet) die dankbarste Anerkennung.

Von älteren Mondwerken hiernächst habe ich Kepler's „Somnium de astronomia lunari", und Hevel's „Selenographia" (Gedani. 1647. Fol.) schon oben mit gebührender Achtung erwähnt, auch die kleinere Schrift desselben Verfassers „De motu Lunae libratorio" bereits namhaft gemacht. Des uns mehrfach (besonders aus B. 1. S. 77.) bekannten Lilienthaler Astronomen Schröter sorgfältige Mondbeobachtungen sind vereiniget in desselben „Selenographische Fragmente". Lilienthal und Göttingen. 1791 und 1802. 2 B. 4. Noch andere in diesen literarischen sowohl als den vorangehenden historischen Theil einschlagende Notizen (namentlich wegen Riccioli's Mondarbeiten) finden sich in den unmittelbar folgenden Vorträgen über Mondkarten und Mondungleichheiten; auch kann man die schon citirten besondern Abschnitte Mondphasen und Atmosphäre des Mondes, gleichwie, wegen des Mond-Einflusses, Ebbe und Fluth, und, in Bezug der oft aufgeworfenen Fragen nach den Gründen der scheinbaren mehreren Größe des Mondes im Horizonte, und des dahin gehörigen Unterschiedes seiner horizontalen und zenithalen Entfernung, die Abhandlung über Gesichtsbetrüge, S. 612. consultiren*, mit welchen Nach-

* Mädler, Joh. Heinr., über welchen einige biographische Notizen hier an der besten Stelle seyn werden, ist geboren 1794 zu Berlin, wo er zuerst als Privatgelehrter lebte und an der Sternwarte des Geh. Commercien-Rathes Wilhelm Beer wirksam war. Die Frucht seiner unendlichen dortigen Bemühungen sind eben diejenigen großen Mondwerke, deren ich im Texte specielle Erwähnung thue; und diese unvergleichlichen Arbeiten verschafften Ihm den Ruf als Director der Sternwarte zu Dorpat, der Er jetzt vorsteht, und in welcher Eigenschaft Er zum Kaiserlich Russischen Hofrathe, Ritter des Annen-Ordens u. s. w. ernannt worden ist. — Ich erwähne diesen wackren Mann nur mit herzlichem Danke für den Nutzen, welchen mir seine Schriften gewährt haben, und verbinde mit dieser Erwähnung den Wunsch, daß Er der Wissenschaft noch lange erhalten werden möge!

* Wegen des prätendirten Witterungs- (und Gesundheits-) Einflusses des Mondes, um auch dieß noch zu bevorworten, habe ich mich ebenfalls im Laufe d. Art. selbst geäußert, und füge darüber absichtlich Nichts weiter hinzu.

weisungen ich denn endlich diesen wichtigen und verhältnißmäßig langen Artikel beschließe, indem ich nur noch den Wunsch hinzufüge, keinen meiner Leser dabei unbefriediget gelassen zu haben, wozu wenigstens meinerseits an den fleißigsten und gewissenhaftesten Bemühungen Nichts gespart worden ist.

Mond-Cykel, s. **Cyklus** gleich Eingangs.

Monde der (übrigen) **Planeten, Nebenplaneten.**

Monden-Jahr, s. **Jahr**, S. 800.

Mondfinsterniße, s. **Finsterniße**, S. 461. flgd.

Mondgleichung bei der cyklischen Rechnung, s. Epakten, S. 321.

Mondkarten; Tabulae (Mappae) selenographicae; *Cartes sélénographiques*. Abbildungen der Mondscheibe, d. h. der uns (vergl. Mond, S. 153) stets zugewendeten, und uns daher allein sichtbaren Mondhalbkugel, wie uns diese Halbkugel aus der Mond-Entfernung schon zu einer Scheibe abgeplattet erscheint; demgemäß eine solche „Mondkarte" also, wie ich vorläufig gleich hervorhebe, eine (vergl. Landkarte, S. 34.) „orthographische Projection" der sichtbaren Mondhalbkugel abgibt, auf welchen Umstand ich unten, bei Beschreibung der dem gegenwärtigen Artikel hinzugefügten „Mondkarte" ausführlicher zurückkomme.

Die Ehre der ersten Mondkarte gehört unzweifelhaft Galilei, welcher eine solche, bald nach Erfindung der Fernröhre (vergl. d. A. S. 435.), in seinem „Nuncius sidereus" erscheinen ließ. Hevel, der uns aus dem vorangehenden Vortrage ausführlich bekannte fleißige Danziger Mondbeobachter, sodann beschäftigte sich von 1639 an, 8 Jahre lang mit der Zeichnung solcher Karten, und gab dieselben, sowohl für das volle Licht als für die Phasen, 1647 mit seiner ebenfalls l. c. näher bezeichneten „Selenographia" heraus. Zu gleicher Zeit hatte sich auch Grimaldi (Jesuit, Lehrer der Mathematik zu Bologna, † 1663) Abbildungen der Mondflecke gemacht, woraus Riccioli (vergl. B. 1. S. 343.) die, mit Verweisung hierher, schon zu Schluße des vorangehenden A. Mond erwähnte, seinem „Almag. nov". Bonon. 1651. Fol. beigefügte „Mondkarte" bildete, auf welcher Er den Bergen die Namen berühmter Astronomen und Physiker, den dunklen Flecken („Maren", vergl. Mond) aber ganz willkührliche Benennungen: „Mare Imbrium", „Mare-Vaporum" u. s. w. beigelegt hat. Indeß ist diese wunderliche Nomenclatur (nach Art der, nicht minder wunderlichen Benennung der Sternbilder) durch die Zeit einmal geheiliget und noch jetzt im Gebrauche: die Namen der Berge, Maren u. s. w., welche die Leser auf unserer Mondkarte antreffen, sind, mit bloßer Ausnahme einiger neueren Hinzufügungen, sämmtlich die von Riccioli eingeführten*.

Mit diesen Arbeiten begnügte man sich damals, bis unser viel erwähnter, großer Deutsche Astronom Tobias Mayer, um die Mitte des vorigen Jahrhunderts, darauf aufmerksam machte, daß der neuere Zustand der Sternkunde auch vollkommnere Mondkarten nothwendig mache. Die Rotation des Mondes (vergl. d. A. S. 151.) gibt ihm die Rotationspole, und einen (Mond-) Aequator mit seinen Parallelen, gleichwie die Meridiane, welche sämmtliche Kreise sich, von der Erde aus gesehen, wie ich oben sage, „orthographisch" auf eine durch den Mittelpunct des Gestirns gehende Ebene (die scheinbare Mondscheibe) projiciren (Rücksichten, die Mayer's Vorgänger noch nicht genommen hatten), so daß die Flecke (und anderen Mondgebilde), nach ihren respectiven Abständen davon, auf einer Karte verzeichnet werden konnten, wozu Mayer** auch Vorar-

* Auf Hevel's Karten findet man dagegen ganz andere Namen, welche aber nicht im Gebrauche geblieben sind, und wodurch man sich also nicht irre machen lassen muß. Doppelmayr (Prof. d. Mathem. a. Gymnas. zu Nürnberg, † 1750.) hat in seinem „Atlas coelestis". Norimb. 1751. Fol. Hevel's und Riccioli's Karten, mit jenen respectiven Namen neben einander gestellt.

** Seine eigentliche Absicht ging aber noch

beiten hinterlassen hat, welche (vergl. d. Anmerk.) sodann von dem Kupferstecher Kaltenhofer zum wirklichen Stiche und zur Herausgabe einer solchen Generalkarte vom Monde mit jenen Kreisen und der also nach der Lage gegen dieselben bestimmten Bergen, Maren u. s. w. des Gestirns benützt worden sind.

Auch Lambert (wir kennen diesen tiefsinnigen, 1777 zu Berlin verstorbenen Deutschen Mathematiker namentlich schon aus d. A. Kometen, S. 923.) hat in den „Berliner Ephemeriden" für 1776 eine „Mondkarte" nach diesen Principien erscheinen lassen; und von einer früheren, in Deutschland aber kaum bekannt gewordenen solchen Arbeit des viel erwähnten Französischen Astronomen Dominic Cassini ist 1787 durch unsern Lalande eine neue Ausgabe besorgt worden. Der Lilienthaler Astronom Schröter dagegen begnügte sich mit Specialkarten einzelner Mondlandschaften, welche man in seinen kurz vorauf angeführten „Selenotopographischen Fragmenten" findet; und hieran reihet sich, der Zeit nach, die vortreffliche, aber leider unvollendet gebliebene „Mondkarte" des Dresdener Geodäten Lohrmann („Topographie der sichtbaren Mondoberfläche". Dresden. 1824. 4.). Da dieses schöne Unternehmen jedoch, wie gesagt, in seinem Fortgange unterbrochen worden ist (von den 25 Sectionen, auf welche diese Karte berechnet war, sind nie mehr als 4 wirklich erschienen); so entschloß sich denn endlich Mädler selbst, die Hand an das Werk zu legen, indem Er von 1834 bis 1836 seine „*Mappa selenographica*" in 4 großen Blättern (Quadranten) bei Schropp in Berlin (verkleinert, in Einem Blatte im folgenden Jahre und im nämlichen Verlage) herausgab, welche alles in diesem Fache bis dahin Geleistete weit übertrifft.

Die Fixpuncte dieser ganz ausgezeichneten Darstellung der uns (bei „mittlerer Libration", wie ich den Begriff im vorangehenden Art. Mond, S. 158. erklärt habe, d. h. also in der mittleren Lage des Gestirns) zu Gesicht kommenden Mondhalbkugel sind nach Encke's (des Berliner Astronomen) Theorie*, die Berghöhen aber nach dem, wieder im Art. Mond, S. 163., mit Verweisung hierher erklärten Olbers'schen Verfahren bestimmt worden; — und nach dieser Karte nun, unter Mitbenützung des späteren, eben erwähnten verkleinerten, aber nicht unbereichert gebliebenen Blattes, ist diejenige „Mondkarte" gezeichnet, welche ich meinen Lesern in Tafel VII. dieses zweiten Bandes des Wrtrbchs. vorlege. Nur ist auf ihr, wie ich zuerst hervorhebe, die freie Ansicht wieder hergestellt (die teleskopische Umkehrung beseitiget): wenn die Leser auf Mädler's teleskopisch entworfenen Mondkarten, z. B. den Südpol oben, den Nordpol unten finden, so ist Dieß auf meiner Karte dagegen gerade umgekehrt: sie zeigt Ihnen den Mond, wie Sie ihn mit bloßem Auge (also nicht, wie Sie ihn durch das umkehrende astronomische Fernrohr) am Himmel wirklich erblicken: das

weiter: Er wollte („Bericht von den Mondkugeln". Nürnb. 1750. 4.) nach diesem orthographischen Entwurfe, dem, l. c. entwickelten (umgekehrten) Verfahren der „orthographischen Projection" gemäß, einen wirklichen, die Mondgebilde also nach ihrer selenographischen Länge und Breite darstellenden Mondglobus construiren, womit Er aber nicht mehr zu Stande gekommen ist. Letztere Aufgabe hat nachher, soviel ich weiß, zuerst und bis jetzt allein die Hofräthin Witte zu Hannover, die Schwiegermutter unseres Mädler, gelöst: ihr ungemein sauber gearbeiteter „Mondglobus" ist in Berlin sehr bewundert worden. — Nach Mayer's Vorarbeiten dagegen hat der Kupferstecher Kaltenhofer eine schöne „Mondkarte" gestochen, von welcher ich in meinen Sammlungen einen späteren, recht hübschen Nachstich finde. Mädler's neueste, unvergleichliche Arbeit, auf welche ich nun oben komme, hat diesen mühsamen Mayer'schen Entwurf jetzt aber freilich gänzlich verdrängt.

* Ihre Entwicklung überschreitet die mir gesteckten Grenzen; Leser, welche danach verlangen, verweise ich wohl am besten auf Lohrmann's eben im Texte angeführtes Werk, §. 22 figd.

Ringgebirge Gioja, zu einem andern Beispiele, welches Sie auf Mädler's kleiner Karte unter Nr. 68 ganz unten antreffen, steht bei mir unter Nr. 1 ganz oben (dicht unter „Nordpol", in dem mit 1 belegten Quadranten, welchem die Namen in der correspondirenden, auch mit 1 gezeichneten Columne zur Seite gehen) — u. s. w.

Sonst aber ist unsere Karte sodann ferner, ganz nach Art der angeführten (kleineren) Mädler'schen, der Natur der Mondkugel-Erscheinung als Scheibe (der Verflachung, Verplattung der Halbkugel zu einer solchen Scheibe) gemäß, und wie ich dieß darum Eingangs, mit Verweisung hierher, so sorgfältig bevorwortet habe, eine „orthographische Projection", deren, auf den vorliegenden Fall angewendeten Regeln (vergl. d. schon oben citirten Art. Landkarte, S. 34. sqq.) zufolge sich der Aequator mit seinen Parallelen, und der erste (der mittlere) Meridian als gerade Linien darstellen, wogegen die übrigen Meridiane, wie der Anblick der Karte selbst ebenfalls zeigt, zu Ellipsen werden. Vom Aequator (°) nach beiden Polen hin zählen 90 Breiten-, und vom mittleren Meridian zu beiden Seiten 90 Längen-Grade; wegen der absoluten (in Meilen ausgedrückten) Größe dieser Grade und der ganzen dargestellten Halbkugel des Mondes verweise ich aber nochmals auf den letzteren Art. S. 156. Noch ist endlich zu berücksichtigen, daß, wieder der Natur der „orthographischen Projection" (der Verflachung der Mondhalbkugel zur Scheibe) gemäß (gleichwie in der Wirklichkeit, auch im Bilde) auf der Karte nur die Mittel-Landschaften im eigentlichen unverkürzten Verhältnisse erscheinen (wie sie ein auf der Mondkugel selbst befindlicher Beobachter wahrnehmen würde), wogegen die Randlandschaften natürlich eine zusammengedrängtere Gestalt annehmen. — Weiteres hierüber habe ich, da, wie gesagt, die unmittelbare Vergleichung meiner Karte die beste Belehrung gewährt, nicht hinzuzufügen, und darf daher d. A. „Mondkarten" hiermit beschließen.

Mondphasen, Mondsgestalten, Mondsbrüche, Lichtabwechselungen des Mondes; Phases s. Apparitiones Lunae; *Phases de la Lune.* Die verschiedenen Gestalten, unter denen wir den hellen Theil der Mondscheibe erblicken. Die Reihe dieser Abwechslungen fällt schon dem flüchtigsten Beobachter des Himmels in die Augen, wird insgemein mit dem Namen des Mondwechsels belegt, und hat ihren einfachen Grund darin, daß uns der Mond seine von der Sonne beleuchtete, in seiner Entfernung aber nur noch als Scheibe erscheinende Halbkugel bald ganz, bald nur theilweis zuwendet, oder dieselbe auch dergestalt gegen die Sonne selbst kehrt, daß wir nur seine dunkle Hälfte vor uns haben.

Tafel VIII. Fig. 1. stehe in S die Sonne, in T die Erde, um welche der Mond in der Bahn, abcd, von Abend gegen Morgen, läuft. Ist derselbe dabei in a, also zwischen Sonne und Erde, so wendet er, wie man sieht, seine dunkle Halbkugel, angeführtermaßen, völlig gegen uns*, und wir sehen ihn demgemäß gar nicht: dieß heißt Neumond (Novilunium; *Nouvelle Lune*). Entfernt er sich weiter von der Sonne gegen Morgen, so wird er in dieser Stellung, in welcher er anfängt, uns einen Theil seiner hellen Seite zu zeigen, Abends bald nach Sonnenuntergange sichtbar; am 4ten Tage nach dem Neumonde, an welchem Tage sein Abstand von der Sonne auf 45° anwächst, erscheint er sichelförmig (falcata; le *croissant*; oder ist

* In der Figur findet sich der Mond dabei mit Sonne und Erde in der nämlichen Ebene (des Papiers); in der Wirklichkeit ist dieß, wie man sich erinnert, streng nur in den Knoten der Fall, ohne daß jedoch die Erscheinung des „Neumondes" für uns dadurch beeinträchtiget würde. Auch habe ich in dieser Figur, welche, als Querschnitt der Mondkugel, nicht anders ausfallen konnte, die eigentliche Gestalt z. B. der „Sichel" (vergl. unten) noch durch besondere Beizeichnung hervorzuheben gesucht; — man darf nicht vergessen, daß man in der That nicht sowohl die Kugel selbst, sondern nur deren „Scheiben"-Projection wahrnimmt.

dann vielmehr „dans son *premier octant*“, indem er als ganz schmale „Sichel“ schon früher erblickt wird), und nimmt nun immer mehr an Licht zu. Am 8ten Tage steht er 90° von ihr ab in b, und kehrt uns (vergl. unten) genau die Hälfte seiner erleuchteten Seite zu (erscheint dem Beobachter jetzt an der rechten, der westlichen, gegen die Sonne gewendeten Seite erleuchtet; folgt der untergehenden Sonne mit ihr zugekehrter heller Hälfte), welches wir das erste Viertel (Quadratura prima; *Premier quartier*) nennen *. Die Erleuchtung des Mondes vergrößert sich jetzt noch ferner, seine Gestalt wird oval** (Luna gibba; *Lune ovale*, wenn man nicht den allgemeinen Ausdruck „le croissant“ wieder anwenden will), und er gelangt zwischen dem 11ten und 12ten Tage in eine Entfernung von (90 + 45 =) 135° von der Sonne („est dans son *second octant*“ ***); wonächst er sich endlich am 15ten Tage, bei 180°, ihr gerade gegenüber in c zeigt, der Nachtseite der Erde, als Vollmond (Plenilunium; *Pleine Lune*) seine ganze erleuchtete Halbkugel (ganze helle Scheibe) zuwendet, und kreisrund erscheint; — zu dieser Zeit geht er auf, wenn die Sonne untergeht, befindet sich, jenem Stande gemäß, um Mitternacht im Meridian, und ist also die ganze Nacht sichtbar.

Der Zusammenbegriff der bis hierher Statt findenden Phasen heißt der zunehmende Mond (Luna crescens; allgemein *le Croissant*). Von nun aber nimmt das Licht des Mondes, je weiter er fortgeht (je näher er, in entgegengesetzter Richtung, wieder zur Sonne rückt) ab, demgemäß die jetzt folgenden Phasen den abnehmenden Mond (Luna decrescens; *Décours*) bilden: der Mond folgt der Sonne bei der Tagesbewegung des Himmels jetzt immer später (geht immer später auf), und erscheint zugleich in kleinerer Lichtgestalt, bei (180 + 45 =) 225° zunächst wieder oval. Sieben Tage nach dem Vollmonde kommt er nach d (wo er sich von der Sonne ostwärts um 270° entfernt, d. h. ihr westwärts wieder bis auf 90° genähert hat), ist hier auf der linken Seite (die Leser kehren ihm das Gesicht zu) genau halb erleuchtet und im letzten Viertel (Quadratura ultima; *Dernier quartier*). Hierauf wird er abermals sichelförmig, und zeigt sich Morgens vor dem Aufgange der Sonne, in stets kleiner werdender, gegen Osten gekehrter Lichtgestalt, bis er nach dem 29ten Tage (nach Vollendung des synodischen Monates, s. letzteren Art. S. 141), wieder nach a zur Sonne kommt. — Die ganze Reihe dieser Erscheinungen, dieses „Mondwechsels“ heißt auch eine Lunation (besonderer Artikel); — Neumond und Vollmond haben den gemeinschaftlichen Namen der Syzygien (ebenfalls besonderer Artikel), gleichwie man für die Phase der Quadraturen, wegen der Theilung der Mondscheibe in eine dunkle und helle Hälfte, auch das bekannte Griechische Wort Dichotomie gebraucht.

Genauer genommen als für die obige allgemeine Bestimmung in nur einigen Hauptstellen, richtet sich die jedesmalige Größe des erleuchteten Mondtheiles nach dem Quersinus (Sinus versus) der Elongation, d. h. also nach dem Sinus versus des auf die Erde bezogenen Winkel- (Bahnbogen-) Abstandes des

* Der Mondabstand bT von der Erde kommt dabei gegen den Sonnen-Abstand nicht in Betracht, demgemäß z. B. bS und TS (vergl. unten) als parallel angesehen werden können. — Die gegen die Erde gewendete, als Scheibe erscheinende Mondhalbkugel ist dann aber zur Hälfte hell, und wir sehen also, indem wir den dunklen Theil nicht wahrnehmen, von der ganzen Kugel wirklich nur ein „Viertel.“

** „oval,“ wenn auch nicht genau, indem der, zu unserm Anblicke kommende lichte Theil der „Scheibe“ dann von einem Bogen des Mondumfangs-Kreises, und dem schief gesehenen, also als Ellipse erscheinenden Bogen des Erleuchtungsgrenzkreises umfaßt ist. — Für die „Sichel“ gilt (vergl. Erleuchtungsgrenzkreis, S. 397.) Aehnliches.

*** Der 3te und 4te „Octant“ beziehen sich eben so auf das letzte, als der 1ste und 2te auf das erste Viertel; Andere Schriftsteller bezeichnen diese Octanten mit I, III, V, VII.

Mondes von der Sonne* (in unserer Figur 1. der Tafel VIII. z. B. des Winkels a T b oder des Mondbahnbogens ab). Letzterer gegenseitiger Abstand ändert sich täglich um beiläufig 12 Grad, und beträgt also z. B. 4 Tage nach dem Neumonde (4 . 12 =) 48°. Um nun dafür die Mondphase zu finden, nehme man, Figur 2. Tafel VIII. im Kreise A D B E, den Bogen A F = den 48°, so wird F G dessen Sinus, A G der Quersinus; welcher letztere also die Breite des scheinbaren hellen Theiles angibt; und eine sodann durch die drei Puncte D, G, E gelegte Ellipse ist die Grenze der Erleuchtung (Confinium lucis et umbrae; *la limite entre la lumière et l'ombre*), an welcher sich der dunkle Theil vom hellen scheidet, demgemäß die gesuchte sichelförmige Mondphase = A F D G E A wird, wogegen der übrige Theil D B E G D dunkel bleibt.

Für den Abstand 90° (Quadratur, z. B. 1tes Viertel) wird der Bogen A D ein Quadrant, dessen Quersinus A C der Halbmesser selbst ist; hier fallen also die Puncte D, C, E, in eine gerade Linie: die Erleuchtungsgrenze wird ein Durchmesser D E, und die Phase des Mondes ist, wie ich wegen Betrachtung der Erscheinung unter diesem andern Gesichtspuncte schon oben bevorwortet habe, der Halbkreis D C E A. Auf die auch schon oben erwähnte „ovale" Phase, gleichwie auf den „Vollmond" komme ich aber, da das Angedeutete hinreicht, hier nicht weiter zurück.

Noch ist nur zu bemerken, daß, wenn der Mond „sichelähnlich" erscheint, auch der dunkle Abschnitt seiner Scheibe in einem blassen aschfarbenen Lichte (lumière cendrée)* sichtbar ist, welches sich um so lebhafter zeigt, je schmaler** die Sichel noch ausfällt. Dieser blasse Schein rührt von dem Lichte her, welches die Sonne-beschienene Erde der ihr zugewendeten, dann von der Sonne abgekehrten (also Nacht-) Halbkegel des Mondes reflectirend zusendet (womit sie, als gleichsam „Mond des Mondes", reciprocirend des letzteren Nächte beleuchtet***). Da die Erde den Mond (vgl. d. A. S. 156.) im Durchmesser $3^2/_3$ Mal übertrifft, und demgemäß dort in einer ($3^2/_3{}^2$ =) 14 Mal größeren Scheibengestalt, als der Mond bei uns erscheint; so muß diese Beleuchtung des Mondes durch das Erdlicht auch verhältnißmäßig stärker ausfallen, wie man denn in derselben, schon mit mäßigen Fernröhren, wirklich sogar kleinere Mondflecke ziemlich deutlich erkennt. — Dieses „lumen secundarium Lunae" war übrigens, wie ich schließlich hinzufüge, schon den Alten bekannt; aber sie betrachteten dasselbe als ein Erzeugniß des Mondes selbst; — und erst Möstlin (Professer d. Mathematik zu Heidelberg, † 1631.) gab, wie uns Kepler („Paralip. ad Vitellion",

* Da diese Erörterung eigentlich schon über den Plan meines Werkes hinaus geht, so überlasse ich die Entwerfung noch einer besondern Figur dazu den Lesern selbst; Sie müssen, im Falle der Ausführung, nur die Mondscheibe etwas größer zeichnen, und, wie ich deßwegen oben bevorworter habe, die vom Monde und von der Erde zur Sonne führenden Geraden als genau parallel nehmen: bei dem Entfernungs-Verhältnisse ist dieß, wie auch gesagt, ganz wohl zulässig.

* Der lateinische Ausdruck dafür „lumen secundarium" bezeichnet dieses Licht sehr richtig als ein (vergl. oben) bloß „zweites" (reflectirtes) Erdlicht, im Gegensatze der dem Monde unmittelbar zugehenden Sonnen-Beleuchtung.

** Bloß hiernach zu urtheilen sollte man diesen Schein also auch im Neumonde selbst, wo die „Sichel" die schmalste, nämlich = 0 ist, am besten sehen; allein bei dieser Phase steht der Mond mit der Sonne zugleich am Himmel, deren überstrahlendes Licht die Beobachtung natürlich beeinträchtiget, wogegen die Sichel nur erst in den Dämmerungen sichtbar wird. Am dritten Tage nach oder vor dem Neumonde begünstiget die Winkeldistanz des Mondes von der Sonne die Wahrnehmung besonders.

*** Wenn wir, um es aus d. A. Mond, S. 159., hier nochmals hervorzuheben, „Neumond" haben, so sieht die uns zugekehrte, dann übrigens dunkle (von der Sonne abgewendete) Mondhalbkugel die Erde, der Sonne gegenüber, als „Voll-Erde" (Plenilerrium; Pleine Terre).

S. 254. wo auch jene früheren Ansichten) erzählt, die angeführte richtige Erklärung.

Soviel über „Mondphasen"; Leser, welche ein mehreres, namentlich analytisches Detail verlangen, verweise ich vorzugsweise an Lalande, welcher im 7ten Buche der „Astronomie" „Des phases de la Lune" den Gegenstand schön und sehr ausführlich behandelt, und sich unter anderm auch über das Nichtwärmen des Mondlichtes verbreitet, eine Untersuchung, welche mir jedoch weniger vor das specielle Forum der Astronomie als das der allgemeinen Naturlehre zu gehören scheint. — Auf „Phasen" im Allgemeinen wird mich übrigens auch noch der Collectiv-Artikel zurückführen; und ich könnte den Artikel also hiermit beschließen, wenn ich nicht wüßte, wieviel zuweilen auf Vorherbestimmung des genaueren Eintrittes einer „Mondphase" ankömmt. Zu dieser Berechnung lasse ich daher noch eine Anleitung und Tafeln folgen, von welchen letzteren Nr. 1. wenigstens doch noch die erste Hälfte des laufenden Jahrhunderts umfaßt, und, nach meinem Tode durch diejenige Hand, welche dann das gegenwärtige Werk neu bearbeiten wird, auf die zweite Hälfte ausgedehnt werden mag. Man verfährt nach dieser Anleitung folgendermaßen:

Um nämlich die vier vorzüglichsten Phasen des Mondes zu finden, dienen die Tafeln 1, 2 und 3. Die erste derselben gibt die Epochen der Jahre mit der mittleren Anomalie A des Mondes in Tausendtheilen der Peripherie ausgedrückt; die zweite gibt die Bewegungen des Mondes für die verschiedenen Monate des Jahres und die Phasen P, so daß unter den Werthen von P die Zahl 1, 2, 3, 4 nach der Ordnung den Neumond, das erste Viertel, den Vollmond und das letzte Viertel bezeichnet, und wo man von der Summe der Phasen, wenn sie größer als 4 ist, die Zahl 4 subtrahirt, so wie man von der Summe A, wenn sie größer als 1000 ist, die Zahl 1000 subtrahirt. In den Monaten Januar und Februar setzt man, wenn das gegebene Jahr ein Schaltjahr ist, zu der gefundenen Zeit der Phase noch einen Tag hinzu. Diese Tafeln sind übrigens für den Meridian von Paris berechnet; sucht man also diese Phasen für einen östlicheren Ort, so wird man zu der gefundenen Zahl noch die Differenz der Meridiane addiren, und für einen westlichen subtrahiren, so daß z. B. diese Reduction seyn wird:

Für Berlin	0h	44.'2	Mailand	0h	27.'4
Gotha	0	33.6	Petersburg	1	51.9
Greenwich —	0	9.3	Prag	0	48.3
Göttingen	0	30.2	Rom	0	40.5
Madrid —	0	24.1	Wien	0	56.2

Einige Beispiele werden den Gebrauch dieser Tafeln deutlich machen.

An welchem Tage des Decembers 1824 ist Neumond?

		T.	A	P
Tafel 1. . . .	1824 B . . .	6 18h 30.9 . . .	206.9 . . .	2
2.		12 22 27.0	591.1	3
			798.0	5
				4
				Neumond 1

3. mit A = 798.0 . . . . . 5 42.9

19 22 40.8

Also fällt der gesuchte Neumond auf den 19. December 22h 40.'8 Pariser Zeit. Man bemerke noch, daß in diesen Tafeln, nach der Gewohnheit der Astronomen, vom Mittage an gezählt wird, und daß man daher, wenn die zuletzt gefundene Zahl mehr als 12 Stunden enthält, man noch 12 Stunden addiren muß, um die gesuchte Zeit, nach der bürgerlichen Art zu zählen, zu erhalten. So ist in dem vorhergehenden Beispiele der gesuchte Neumond, nach der bürgerlichen Rechnung, der 20. December 10h 40.'8. Man wird von selbst bemerken, daß

man in der Tafel 2. die zweite Zahl des Decembers aus der Ursache gewählt hat, weil P gleich 3 seyn muß, damit die Summe beider P gleich 5, d. h. gleich 1 werde, welche letzte Zahl nach dem Vorhergehenden für die Neumonde gehört.

Sucht man eben so den Vollmond des Februars 1826, so ist

1826	. 0	6h 30′ 0	.	463.9	. 4
	20	19 14 .8	.	880.7	3
		23 7 .7	.	344.6	7
	22	0 52 .5			4
					3 Vollmond,

also den 22. Februar 0h 52′.5 Par. Zeit.

Tafel 1.

Mondphasen.

	Epochen des Mondes	A	P		Epochen des Mondes	A	P
1800 C	2T 4h30′.1	908.1	2	1825	3T 12h30′.3	335.4	3
1801	6 7 39 .7	304.5	4	1826	0 6 30 .0	463.9	4
1802	3 1 39 .1	433.0	1	1827	4 9 40 .4	860.3	2
1803	7 4 49 .8	829.4	3	1828 B	0 3 40 .0	988.8	3
1804 B	2 22 49 .5	957.9	4	1829	4 6 50 .7	385.2	1
1805	7 2 0 .1	354.3	2	1830	1 0 50 .1	513.7	2
1806	3 19 59 .5	482.8	3	1831	5 4 0 .8	910.1	4
1807	0 13 59 .2	611.3	4	1832 B	0 22 0 .5	38.6	1
1808 B	3 17 9 .6	7.7	2	1833	5 1 10 .8	435.0	3
1809	0 11 9 .3	136,2	3	1834	1 19 10 .5	563.5	4
1810	4 14 19 .9	532.6	1	1835	5 22 20 .9	959.9	2
1811	1 8 19 .3	661.6	2	1836 B	1 16 20 .6	88.4	3
1812 B	4 11 30 .0	57.5	4	1837	5 19 31 .3	484.8	1
1813	1 5 29 .7	186.0	1	1838	2 13 30 .6	613.3	2
1814	5 8 40 .1	582.4	3	1839	6 16 41 .3	9.7	4
1815	2 2 39 .7	710.9	4	1840 B	2 10 41 .0	138.2	1
1816 B	5 5 50 .1	107.1	2	1841	6 13 51 .4	534.6	3
1817	1 23 49 .8	235.8	3	1842	3 7 51 .0	663.1	4
1818	6 3 0 .5	632.2	1	1843	0 1 50 .7	791.6	1
1819	2 20 59 .8	760.7	2	1844 B	3 5 1 .1	188.0	3
1820 B	6 0 10 .5	157.1	4	1845	7 8 11 .8	584.4	1
1821	2 18 10 .2	285.6	1	1846	4 2 11 .2	712.9	2
1822	6 21 20 .6	682.0	3	1847	0 20 10 .8	841.4	3
1823	3 15 20 .2	810.5	4	1848 B	3 23 21 .5	237.8	1
1824 B	6 18 30 .9	206.9	2	1849	0 17 20 .9	366.3	2

Tafel 2.

Bewegung des Mondes.

	Mond	A	P		Mond	A	P
Januar	7T 9h39.'7	269.2	1	Juli	3T 12h47.'1	697.5	1
	14 19 19.0	538.0	2		10 21 26.4	964.7	2
	22 4 57.4	806.6	3		18 6 6.9	231.8	3
	29 14 34.7	75.3	4		25 14 49.3	499.0	4
Februar	6 0 10.3	343.8	1	Auguſt	1 23 34.0	766.3	1
	13 9 43.8	612.3	2		9 8 21.4	33.6	2
	20 19 14.8	880.7	3		16 17 11.8	301.0	3
	28 4 43.0	149.1	4		24 2 5.7	568.4	4
					31 11 3.2	836.0	1
März	7 14 7.9	417.3	1	September	7 20 4.5	103.6	2
	14 23 29.2	685.4	2		12 5 9.6	371.3	3
	22 8 46.7	953.4	3		22 14 18.5	639.2	4
	29 18 0.3	221.4	4		29 23 31.5	907.1	1
April	6 3 9.9	489.3	1	Oktober	7 8 48.2	175.1	2
	13 12 15.3	757.0	2		14 18 8.5	443.2	3
	20 21 16.6	24.6	3		22 3 32.2	711.4	4
	28 6 14.1	292.3	4		29 12 59.0	979.7	1
Mai	5 15 7.7	559.6	1	November	5 22 28.7	248.1	2
	12 23 57.8	827.0	2		13 8 0.8	516.9	3
	20 8 44.7	94.4	3		20 17 35.1	785.1	4
	27 17 28.9	361.6	4		28 23 11.1	53.8	5
Juni	4 2 10.9	628.9	1	Dezember	5 12 48.6	322.4	2
	11 10 51.1	896.2	2		12 22 27.0	591.1	3
	18 19 30.1	163.2	3		20 8 6.3	859.9	4
	26 4 8.6	430.4	4		27 17 46.0	128.6	1
					35 3 26.0	896.1	2

Tafel 3.

A	Syzygien.	Quadraturen	A	Syzygien.	Quadraturen	A	Syzygien.	Quadraturen
0	15h13.'8	15h13.'8	350	22h56.'2	27h 9.'0	700	6h 4.'3	0h58.'2
10	15 53 1	16 12 7	360	22 32 8	26 33 2	710	5 52 4	0 40 2
20	16 32 3	17 11 3	370	22 7 9	25 55 0	720	5 52 3	0 25 3
30	17 11 1	18 9 3	380	21 41 6	25 14 5	730	5 34 6	0 14 2
40	17 49 3	19 6 6	390	21 14 0	24 31 9	740	5 29 0	0 6 5
50	18 26.9	20 2.8	400	20 45.0	23 47.3	750	5 25.7	0 2.4
60	19 3.5	20 58.1	410	20 15.2	23 1.0	760	5 24.8	0 0.0
70	19 39.1	21 51.8	420	19 44.2	22 13.1	770	5 26.2	0 4.3
80	20 13.5	22 43.7	430	19 12.3	21 23.8	780	5 30.0	0 12.2
90	20 46.5	23 33.8	440	18 39.7	20 33.2	790	5 36.1	0 22.9
100	21 18.0	24 21.8	450	18 6.4	19 41.6	800	5 44.6	0 37.1
110	21 47.9	25 7.3	460	17 32.5	18 49.1	810	5 55.5	0 54.9
120	22 16.1	25 50.6	470	16 58.3	17 56.3	820	6 8.8	1 16.3
130	22 42.4	26 31.0	480	16 23.7	17 2.2	830	6 24.3	1 41.3
140	23 6.7	27 8.6	490	15 48.8	16 8.2	840	6 42.1	2 9.7
150	23 28.9	27 43.2	500	15 13.8	15 13.8	850	7 2.1	2 41.1
160	23 49.0	28 14.6	510	14 39.1	14 19.3	860	7 24.1	3 16.0
170	24 6.9	28 42.9	520	14 4.4	13 25.0	870	7 48.3	3 53.7
170	24 22.5	29 7.7	530	13 30.0	12 30.7	880	8 14.4	4 34.2
190	24 35.8	29 29.0	540	12 55.9	11 37.7	890	8 42.4	5 17.7
200	24 46.8	29 46.8	550	12 22.3	10 44.9	900	9 12.0	6 3.5
210	24 55.4	30 1.0	560	11 49.1	9 53.1	910	9 43.4	6 51.6
220	25 1.5	30 11.6	570	11 16.7	9 2.3	920	10 16.2	7 41.9
230	25 5.2	30 18.5	580	10 45.0	8 12.8	930	10 50 4	8 34.1
240	25 6.7	30 21.6	590	10 14.3	7 24.7	940	11 25.7	9 28.0
250	25 5.7	30 21.5	600	9 44.5	6 38.2	950	12 2.1	10 23.5
260	25 2.4	30 17.1	610	9 15.8	5 53.5	960	12 39.3	11 20.0
270	24 56.8	30 9.6	620	8 48.3	5 10.7	970	13 17.4	12 17.5
280	24 49.0	29 58.6	630	8 22.8	4 30.0	980	13 55.9	13 15.9
290	24 38.8	29 43.8	640	7 57.5	3 50.7	990	14 34.7	14 14.7
300	24 26.6	29 25.9	650	7 34.2	3 14.7	1000	15 13.8	15 13.8
310	24 12.4	29 4.5	660	7 12.7	2 42.4			
320	23 56.1	28 40.0	670	6 52.8	2 11.9			
330	23 37.9	28 12.5	680	6 34.8	1 44.9			
340	23 17.5	27 42.1	690	6 18.6	1 19.7			

Mondtafeln, s. d. Schluß des unmittelbar folgenden Artikels:

Mond-Ungleichheiten; Inaequalitates Lunae; *Inégalités de la Lune.* Der Nebenplanet Mond umläuft seinen Hauptplaneten, die Erde nicht sowohl in einem Kreise, dessen Mittelpunct sie einnähme, und demgemäß er sich in immer gleichem Abstande von ihr, als dem seinen Lauf regelnden Centralkörper befinden würde, sondern vielmehr in einer (wenn auch vom Kreise nicht sehr abweichenden) Ellipse, in deren einem Brennpuncte die Erde steht, so daß sich jene Abstände und die davon abhängigen Gravitationswirkungen, beständig ändern. Zugleich wird er vom Hauptplaneten mit um die Sonne geführt, welche dabei einen, nach Maßgabe ihrer großen Masse, überaus gewaltigen und, wegen auch verschiedener Abstände, ebenfalls nicht immer gleichen* Gravitations-Einfluß auf ihn ausübt; und ausserdem wirken die Nachbarplaneten Venus und Jupiter (Mars kann wegen der Geringfügigkeit seiner Masse unbeachtet bleiben) gravitirend (anziehend) auf ihn ein, wozu sich überdieß noch der ganz besondere Umstand der nicht vollkommnen Kugelgestalt des Erdkörpers und der daher rührenden Modificationen in den Gravitations-Beziehungen zum Nebenplaneten gesellt. Alle diese Umstände machen den Lauf des Mondes höchst ungleich: in jedem Augenblicke ist die gegenseitige Lage namentlich der drei Körper*: Mond, Erde, Sonne, eine andere; und es entstehen daraus diejenigen „Mond-Ungleichheiten", wie man den Vorgang benannt hat, welche wir hier zu betrachten haben. Zwar findet, der Natur der Sache gemäß, Aehnliches bei allen übrigen Trabanten unseres Sonnensystems, gleichwie bei den Planeten unter einander selbst, Statt; allein beim Erdmonde sind diese „Ungleichheiten", diese Störungen (Perturbationen, in welchem besondern Art. ich den Gegenstand unter seinem allgemeineren Gesichtspuncte behandle), viel beträchtlicher**; — und es scheint, wie sich der Mondtopograph Mädler (in der viel citirten „Selenographie" §. 7.) auf diese Veranlassung ausdrückt, in der That, als stehe der Erdmond an der

* Dürfte man die Sonne von der Erde mit ihrem Monde als unendlich entfernt ansehen, so würde sie auf beide Körper mit gleicher Gewalt nach parallelen Richtungen wirken, wodurch sich in deren gegenseitigem Bezuge offenbar Nichts änderte; allein jene Entfernung ist zwar verhältnißmäßig sehr groß, jedoch nicht unendlich; — und die Verschiedenheit in den Abständen des Mondes und der Erde von der Sonne kommt also rücksichtlich des respectiven Gravitations-Einflusses der letzteren in Betracht. Wird die Kraft, mit welcher die Erde, nach Maßgabe ihrer Entfernung und Masse, anziehend auf den Mond wirkt, = 1 gesetzt, so ist dagegen die Anziehung (der Gravitations-Einfluß) der Sonne auf den gemeinschaftlichen Schwerpunct von Erde und Mond (in welchem Puncte man sich beide Gestirne vereint zu denken hat, wenn man sie dann nicht lieber, wie oben, gleich weit abstehend, und in parallelen Richtungen angezogen annehmen will) aus zwar viel größerer Entfernung, aber bei überaus viel bedeutenderer Massenkraft, fast = $2^1/_2$, und man begreift, daß nach Maßgabe dieser Ueberlegenheit schon eine kleine solche Verschiedenheit zwischen den Abständen der Erde und des Mondes von der Sonne merkliche Verschiedenheiten in den Anziehungen der letzteren (Störungen des Mondlaufes) verursachen muß.

* Problem der drei Körper, vergl. d. besondern Artikel.

** Wegen des ungeheuren Massenübergewichtes der Sonne, welcher der Erdmond unter allen Neben-Planeten unseres Systems am nächsten kömmt, indeß er sich in Halbmessern seines Centralkörpers Erde weiter vom Mittelpuncte desselben entfernt als irgend ein anderer Trabant (vielleicht den äußersten Uranusmond ausgenommen), müssen die Ungleichheiten beim Laufe des Erdmondes — um die Sache noch unter einem andern Gesichtspuncte alsbald ganz augenscheinlich zu machen — natürlich auch größer als bei irgend einem andern Gestirn unseres Systems ausfallen.

äußerſten Grenze der Möglichkeit, wo es einem Planeten noch gelingen kann, einen Mond in einer geregelten Bahn feſtzuhalten *. Schon aus dieſem Grunde, wenn es ſich dabei auch nicht namentlich um unſern Mond handelte, verdient der Gegenſtand unſere beſondere Aufmerkſamkeit.

Man theilt aber die „Mondungleichheiten“ gewöhnlich in zwei Claſſen, in die vier großen- und in die kleineren Ungleichheiten, wozu ſich noch die ſchnelle Bewegung der Knoten (der Durchſchnittspuncte der Mondbahn mit der Ebene der Ekliptik), und der Apſiden (der großen Are der elliptiſchen Mondbahn) geſellen. Hinſichtlich jenes Rückganges der Knoten** erſtens, ſo habe ich im betreffenden Artikel, S. 921. die Allgemeinheit des Vorganges, zugleich aber die Urſache nachgewieſen, aus welcher gerade die Knoten des Erdmondes, im Vergleiche zu den Knoten anderer Geſtirnbahnen, einer ſo auſſerordentlich ſchnellen Bewegung unterworfen ſind, daß ſie ſchon in 18 bis 19 Jahren den ganzen Kreis der Ekliptik (wider die Folge der Zeichen) durchlaufen. Während nämlich die Verrückung der Knoten der um die Sonne gehenden Planetenbahnen, nur durch den Einfluß der übrigen Planeten veranlaßt wird, wirkt auf den um die Erde laufenden Mond zugleich die Sonne (und zwar, um noch einem Einwande zu begegnen, aus viel größerer Nähe als bei den übrigen Trabanten unſeres Syſtems); und daſſelbe gilt ferner zweitens auch vom Apogäum des Erdmondes, ſo daß, wiewohl (vergl. Apſidenlinie) dieſe Bewegung der großen Aren ebenfalls ein allgemeines planetariſches Phänomen iſt, ſich dieſelbe doch bei unſerm Monde, aus dem nämlichen Grunde der Sonnenwirkung, durch ihre Schnelligkeit von allen übrigen unterſcheidet *. — Beide Vorgänge: die Knoten- und Apſiden-Bewegung, ſind dem Erdmonde alſo zwar mit den übrigen Geſtirnen des Syſtems gemein, zeichnen ſich aber (ich komme namentlich auf die letztere ſogleich zurück) durch eine ſonſt beiſpielloſe Geſchwindigkeit aus, worüber man ſich indeß aus den angeführten Gründen eine ſo vollſtändige Rechenſchaft geben kann, daß ich mich nicht weiter dabei aufhalte, ſondern nunmehr ſogleich zu den in Rede ſtehenden vier „großen Mondungleichheiten“** ſelbſt übergehe. Dieſelben beſtehen aber hiernächſt 1) in der Gleichung der Bahn, 2) in der Evection, 3) in der Variation, und 4) in der jährlichen Gleichung; und habe ich dabei ſogleich zu bevorworten, daß nur die drei letzteren als eigentliche „Störungen“ des Mondlaufes durch die, die reine Wirkung der Erdgravitation beeinträchtigende Sonnenwirkung zu betrachten ſind, wogegen die erſte: die „Gleichung der Bahn“ (ſ. d. A.), gleichwie bei allen übrigen Weltkörpern,

* Es läßt ſich zeigen, und erhellt auch ſchon durch bloßes Nachdenken, daß die Umlaufszeit eines Nebenplaneten von der Umlaufszeit ſeines Hauptplaneten ſehr verſchieden ſeyn muß: die Jupiters-, Saturns-, Uranusmonde machen hunderte, ja tauſende von Umläufen während Eines Jahres ihrer reſpectiven Hauptplaneten; der Erdmond dagegen macht in 1 Erdenjahre doch nur 13 Umläufe.

** Da vom Orte dieſer Knoten (vergl. d. A.) die Reduction auf die Ekliptik (ſ. auch dieſen A.) abhängt, ſo begreift man, welch einen Einfluß ihre Ortsveränderung auf die Berechnung des Geſtirnortes hat.

* Die Erdferne (vergl. d. A. S. 375.) des Mondes macht jährlich morgenwärts 41°, und durchläuft alſo in etwann 9 Jahren (9 . 41 nahe = 360) die ganze Mondbahn.

** Eine andere Art von Claſſification theilt die „Ungleichheiten“ der Geſtirn- (nicht bloß der Mond-) Bewegung in periodiſche und ſäculare, d. h., ganz allgemein zu reden, in ſolche, deren Periode in kürzerer, oder aber ſolche, für welche dieſelbe erſt in ſehr langer Zeit (z. B. erſt nach Jahrhunderten, daher der Name) abläuft. Ich antitipire Dieß hier für Leſer, welchen die Ausdrücke eben beifallen ſollten, muß die weitere Erklärung aber dem ſchon citirten Art. Perturbationen vorbehalten.

auf Rechnung der elliptischen Gestalt der Mondbahn selbst kömmt, welche Gestalt dieselbe mit ihnen gemein hat.

Wäre nämlich, um das schon Eingangs Bemerkte nochmals hervorzuheben, zuerst die Mondbahn um die Erde, ein Kreis, dessen Mittelpunct die letztere, als der Lauf-regelnde Centralkörper einnähme, demgemäß die Abstände (Radien vectoren) stets gleich groß blieben; so würde der Mond diesen Kreis, abgesehen von andern Einflüssen, auch mit immer gleicher Geschwindigkeit durchlaufen. Dieß leuchtet ohne weiteres ein. Da die Bahn aber in Wirklichkeit vielmehr eine Ellipse ist, deren einen Brennpunct die Erde einnimmt, so ändern sich, der Natur dieser Curve gemäß, die Abstände des Mondes von der Erde, und die dadurch geregelten Anziehungen von einem Augenblicke zum andern; und die hiervon abhängige Geschwindigkeit des Mondes wird daher ungleich befunden. Wir wollen uns die große Axe dieser elliptischen Bahn, mit ihren beiden Endpuncten der Erdnähe und Erdferne, versinnlichen, und, nach Anleitung dessen, was hierüber in dem Art. Mittlerer Planet (welchen ich deßwegen gleich auf Haupt- und „Neben"-Planeten ausgedehnt habe) gelehrt worden ist, von dem einen oder dem andern dieser beiden Puncte einen solchen eingebildeten Mond mit angenommener gleichförmiger Geschwindigkeit (einen mittleren Mond), und eben so auch den wahren Mond, mit seiner ungleichförmigen Geschwindigkeit, in demselben Augenblicke auslaufend denken; so springt in die Augen, daß sich eine beständige* Ortsverschiedenheit zwischen ihnen beiden finden werde; der jedesmalige Ort des mittleren Mondes in der Bahn läßt sich vermittelst der Division der auf den Bahn-Umfang kommenden 360° durch die ganze Umlaufszeit* vorher berechnen, und ist also immer gegeben; der wahre, zu beobachtende Ort (der Bahnort des wahren Mondes) weicht aber also davon ab; — und dieser beständige Unterschied, welcher, vergl. unten, mit bloßem Bezuge auf diese Ursach, auf 6° 17′ steigen kann (und dann die, vergl. wieder unten, etwann bei 90° mittlerer Anomalie eintretende, größte Mittelpunctsgleichung, B. I. S. 642. bildet), ist nun die hier betrachtete erste große „Mondungleichheit": die Gleichung der (Mond-) Bahn, wie ich unter dieser Benennung den Gegenstand allgemeiner und ausführlich behandelt habe. In den Mondtafeln findet sich dieselbe indeß (ich beschränke mich auf das erste Glied) unter der Form: Gleichung der Bahn = größte Mittelpunctsgleichung (also 6° 17′) . sin mittlere Anomalie**

* Ich bevorworte, um einem Zweifel zu begegnen, das Wiederzusammentreffen in den beiden Puncten der „Apsiden" selbst. — Noch mache ich ferner wiederholentlich darauf aufmerksam, daß man dieß Zusammentreffen des mittleren (Neben-) Planeten (vergl. d. A.) mit dem wahren (Neben-) Planeten in zwei Puncten der Bahn, nicht mit dem, in Gleichung der Zeit, S. 655. erklärten, jährlich viermaligen Zusammentreffen der mittleren und wahren Sonne im Meridian verwechseln muß.

* Mittlere Umlaufszeit, wie ich ferner bevorworte. Die Bewegung des Mondes ist nämlich so ungleich, daß die Monate (vergl. d. A.) an Dauer unter sich oft sehr verschieden sind. Schon die ältere Astronomie fand aber jenen mittleren Werth, indem sie, der Compensation wegen, die Zeit zwischen weit auseinander liegenden Mondfinsternissen mit der ohngefähren mittleren Monatsdauer verglich, und (Conjunction, S. 202.) letztere daraus genauer bestimmte.

** Die Relation: Gleichung der Bahn = größte Mittelpunctsgleichung . sin mittlere Anomalie könnte überraschen, da wir (Gleichung der Bahn, S. 638.) sonst: Gleichung der Bahn = 2 Excentricität . sin mittlere Anomalie angegeben haben; allein zwischen Excentricität (e) und größter Mittelpunctsgleichung (m) besteht das Verhältniß: e = ½ m − . . . . . ; demgemäß, durch Substitution von ½ m für e, jene Relation kömmt. — Ich erinnre übrigens auf diese Veranlassung auch noch daran, daß in einem solchen Ausdrucke wie der obige, Gleichung der Bahn = 6° 17′. sin mittlere Anoma-

angesetzt, und ihr *größter* Werth tritt demnach, wie ich *eben* sage, wirklich bei 90° Anomalie ein, wo sin m = 1 wird. Allein wenn man nun auch vorstehender Formel, oder aber, der im bezeichneten Artikel ertheilten genaueren Anweisung gemäß, aus einem solchen *mittleren* Mond-Bahnorte (einer mittleren Mond-*Anomalie*) den *wahren* Ort: die *wahre Anomalie*, herleitet; so findet sich doch, nach dieser Reduction, die Berechnung noch lange nicht in Uebereinstimmung mit demjenigen, was die wirkliche Beobachtung ergibt. Die erste Ursache davon ist die oben nachgewiesene äußerst schnelle Bewegung der Mondbahn-Apsidenlinie, worauf ich, unter diesem Gesichtspuncte, nun zurückkomme, und welche also, zur richtigen Bestimmung der *Anomalie* (des Mond-*Bahn*-* Ortes) zunächst berücksichtiget werden muß. Ausserdem aber mischt sich sodann die, die *reine* elliptische Bewegung des Mondes um die Erde in der angedeuteten Art beeinträchtigende Gravitationswirkung der Sonne „störend" ein, und bringt die nun ferner zu betrachtenden angegebenen andern „großen Mondungleichheiten": die *Evection*, *Variation* und *jährliche Gleichung* (als solche eigentliche „Störungen", *Perturbationen*) hervor.

Ueber die „*Evection*", in ihrem durchgängigen Verhalten, handelt ein eigener Artikel, dessen vorherige Vergleichung ich empfehlen darf. Man verschafft sich aber das sinnlichste Bild von diesem Vorgange, wenn man sich denselben so vorstellt, als ob die Ellipse, welche der Mond um die Erde beschreibt, von der Sonne auseinander gezogen werde, etwann wie sich die Wasserkugel (des Planeten Erde) bei der Ebbe und Fluth in ein Sphäroid auseinander gezogen findet; daher diese Ellipse länglicher und schmaler, *excentrischer** wird, wenn sich ihre *große Axe* gegen die Sonne kehrt (die Linie der *Syzygien* mit ihr zusammenfällt, der Mond in der *Erdnähe* oder *Erdferne* entweder *neu* oder *voll* ist), hingegen rundlicher, kreisähnlicher, *weniger excentrisch*, wenn dieß mit der *kleinen Axe* der Fall (der Mond in den *Quadraturen* entweder *neu* oder *voll*) ist. Da die *Mittelpunctsgleichung* von der *Excentricität* abhängt, mit ihr größer und kleiner wird (vergl. wegen ihrer gegenseitigen Beziehung hinten), so muß sich jene Excentricitätsveränderung, die „*Evection*", auch an ihr offenbaren; und man findet in der That, daß die „größte Mittelpunctsgleichung", deren (*mittleren*, rein *elliptischen*, von der „Evection" *nicht* afficirten) Werth wir oben zu 6° 17′ angegeben haben, im ersteren Falle: des Zusammentreffens der *Syzygien* mit den *Apsiden*, auf *etwann* 6° 17′ + 1° 16′ = 7½° *steigt*, im andern Falle, in welchem die Apsiden mit den *Quadraturen* concurriren, aber um ziemlich eben so viel *kleiner*, nämlich (6° 17 − 1° 16′) = 5° wird, demgemäß der *größte Werth der „Evection"* (ihr *Coefficient*) ± 1° 16′ beträgt. In den *Tafeln* (also für *alle* Puncte der Mondbahn) findet sie sich unter der Form *Evection* = 1° 16 . sin (2 Elongation** − mittlere Anomalie) aufgeführt; und wir wollen die Richtigkeit dieses Ausdruckes an unsern beiden speciellen Beispielen prüfen.

Nun haben wir oben den Eintritt der größten Mond-Mittelpunctsgleichung bei etwann 90° mittlerer Anomalie gefun-

lie, die 6° 17′ der „*Coefficient*", und der Factor: sin mittlere Anomalie, das „*Argument*" heißen.

* Die Veränderung des *Knoten*-Ortes käme, wie ich nochmals hervorhebe, bei der nachherigen *Reduction auf die Ekliptik* nicht weniger in Betracht.

* D. h. B. I. S. 648.: es tritt eine Vergrößerung des *Verhältnisses* (Unterschiedes) zwischen der größeren und kleineren Hälfte der großen Axe, ohne eigene Verlängerung dieser letzteren überhaupt, ein; — ich komme hinten hierauf zurück. Man wird sich aber bis dahin eine solche *schmaler* werdende Ellipse, mit deßhalb wachsender Excentricität, ohne daß doch die *ganze* große Axe selbst länger würde, leicht vorstellig machen.

** Unterschied zwischen der *mittleren* Länge des Mondes und der Sonne.

den; und dort soll also, nach der Formel, die Evection, im ersteren Falle, + 1° 16′ seyn. In diesem Falle steht die Apside mit der Sonne zusammen, und Elongation und Anomalie sind demnach gleich; bei 90° Anomalie beträgt die doppelte Elongation solchergestalt aber 180°; und unser Ausdruck sin (2 Elongation — Anomalie) wird sin (180° — 90°) = sin 90° = + 1, d. h. Evection = 1° 16′. *plus* 1, wie oben. Im zweiten Falle liegt die Apside dagegen in der Quadratur: bei 90° Anomalie ist demzufolge die Elongation = 180°, und unsere Gleichung:
Evection = 1° 16′. sin (2 Elongation — Anomalie) wird, wieder wie sie soll, Evection = 1° 16′. sin (360° — 90°) = 1° 16′ (sin 270°) = 1° 16′. *minus* 1. —

Dieß reicht nach demjenigen, welches ich hier beabsichtige, über „Evection" hin; und ich habe nur noch eine allgemeine, auch auf die folgenden Ungleichheiten anzuwendende Bemerkung hinzuzufügen. Den größten Werth dieser Störung haben wir nämlich erst bei 90° von demjenigen Bahnorte gefunden, an welchem die veranlassende Ursache selbst schon eintrat: die Vergrößerung der Excentricität, als eine solche Ursache z. B. erfolgte bereits im Augenblicke des Statthabens des Neu- (oder Voll-) Mondes in der Erdferne (oder Erdnähe); die äußerste Vergrößerung der Mittelpunctsgleichung bis auf $7^2/_3$°, als Wirkung davon, ward aber erst in einem 90° entfernten Bahnpuncte bemerkt; — wie kann dieß zugehen?

Es verhält sich damit ganz so, wie z. B. mit dem Anwachsen des Unterschiedes zwischen mittlerem und wahrem Orte bei der elliptisch planetarischen Bewegung, welcher Unterschied sein Maximum auch erst da (bei III und IX Zeichen) erreicht, wo die veranlassende Ursache aufhört zu wirken (oder wo sie im entgegengesetzten Sinne zu wirken anfängt): in der Tafel ist fortwährend der mittlere Werth angesetzt; in der Wirklichkeit häufen sich die Unterschiede so lange zusammen, bis ihre Veranlassung wegfällt (bis zu dem Puncte, wo die Wirkung aufhört), und ihr Summenwerth also der größte ist*. — Mit dieser Bemerkung, welche sich, wie gesagt, auch auf das Folgende bezieht, komme ich nun also zur „Variation", über deren Detail nicht weniger ein besondrer Artikel handelt, so daß ich mich hier gleichfalls auf das, der Gesammtheit der Mond-Störungen gemeinsame Allgemeinste beschränken kann, wiewohl gerade bei diesem Gegenstande auch nur eine solche Entwicklung ohne einige Ausführlichkeit kaum gelingen dürfte. Um indeß einen dergleichen allgemeinsten Begriff von dieser „Mondungleichheit" zu erlangen, muß man sich zunächst nur recht vorstellig machen, wie die Gravitation des Mondes gegen die Sonne, in denjenigen beiden Quadranten seiner Bahn, in welchen er von den Syzygien (der Conjunction und Oppositon) weggeht, seiner, durch die Centralkraft der Erde verursachten Bahngeschwindigkeit entgegen wirkt, in den andern beiden Quadranten der Bahn aber, in denen er auf die Syzygien losgeht, jene Geschwindigkeit vielmehr befördert**, welche Bedingung die Grundlage der Erklärung abgibt, wobei jedoch, zu einer solchen eigentlichen Erklärung des Vorganges, auch nur in seinen Hauptmomenten zugleich die stete Rücksicht auf die einleitende Bemerkung nothwendig bleibt.

Die „Variation" äußert sich nämlich hauptsächlich darin, daß der wahre (von ihr afficirte) Mond im ersten Octanten (45 Grad Elongation) dem mittleren (dem, wenn ich so sagen

* Lalande: „Astronomie." III. 578. „Il faut bien se souvenir que ces sortes d'accélération (ou de retardement) ne deviennent *les plus sensibles*, que quand la cause *cesse* d'agir. C'est ainsi p. e. que dans *le mouvement elliptique des planètes le vrai lieu n'est le plus avancé, qu'au tems où l'accélération finit, et où commence le retardement*, c. à d. vers III où IX signes d'anomalie" (genau wie ich oben sage).

** Andere Schriftsteller bezeichnen, wie ich schon im Art. Mondphasen hervorgehoben habe, diese von mir 1ster, 2ter, 3ter und 4ter genannten Octanten mit I, III, V, VII.

darf „Tafel"-) Monde 39′ voraus-, im zweiten Octanten (135° Elongation) eben so viel gegen ihn zurück, im dritten (225° Elongation) wieder soviel voraus, im vierten (315° Elongation) endlich abermals soviel zurück-, und daß die betreffende allgemeine Gleichung:

Variation = 39′ . sin 2 (mittlere) Elongation ist (woraus demnach für die Syzygien und Quadraturen ihr Werth = 0 folgt, ein Umstand, auf welchen ich unten besonders zurückkomme). Sey der (wahre) Mond, dessen Lauf unter diesem Gesichtspuncte wir nun durch die ganze Bahn verfolgen wollen, also (ich denke ohne Figur fertig zu werden) jetzt (in der Conjunction, also) Neumond; derselbe gehe (von diesem Puncte ab im selben Moment mit dem mittleren) zum ersten Viertel, rücke demnach, wie wir oben gleichergestalt angefangen haben, von der Syzygie (wir wollen sie die erste nennen) weg, und verlasse damit einen derjenigen beiden Bahnpuncte, in welchen seine Geschwindigkeit, soweit dieselbe von der „Variation" abhängt, bevorwortetermaßen, die größte* ist: so nimmt diese Geschwindigkeit nun bis hin zur Quadratur ab, wird dort die kleinste, und hat demnach auf der Mitte des Weges, d. h. im ersten Octanten, ihren mittleren Werth erreicht. Der in seinem Laufe durch die „Variation" mitbedingte wahre Mond ist also, dem einleitenden Principe gemäß, dem von ihr unabhängigen mittleren Monde hier am weitesten voraus, eben weil, und zwar ganz so, wie für den dabei zum erläuternden Beispiele gewählten wahren und mittleren Planeten, die Abstandsverschiedenheit zwischen jenem wahren und dem fingirten mittleren (dem Tafel-) Monde nun ferner zu wachsen aufhört; — und die „Variation" hat hier also (zum ersten Male) ihren größten (positiven) Werth von 39′ erreicht. Dieß zeigt sich auch der Formel: Variation = 39′ . sin 2 Elongation, gemäß, indem die Elongation im ersten Octanten = 45°, der Sinus von 2 . 45, d. h. von 90° aber = + 1 ist; so, daß hier also der mittleren Mondlänge, der „Variation" wegen, 39′ hinzu gerechnet werden müssen, um sie in die beobachtungsgemäße wahre zu verwandeln, welches Beobachtungsresultat sonach unser Raisonnement bestätiget.

Im ersten Viertel sodann kommt der mittlere, der, wenn ich so sagen darf, „nicht variirte" Mond zwar mit dem „variirten" wieder im nämlichen Momente, aber mit der ihm beiwohnenden größeren Geschwindigkeit als der letztere an: denn beide Geschwindigkeiten waren im vorangehenden Octanten bei der größten Abstandsverschiedenheit gleich geworden; und von hieran fand sich also die mittlere nunmehr überwiegend*. Dieses Voreilen des mittleren (des „nicht variirten") Mondes dauert, aus den nämlichen Gründen, auch von hier ab bis zum zweiten Octanten (nach dem ersten Viertel) fort, wo nunmehr allererst die Geschwindigkeit des so lange retardirten wahren Mondes der mittleren wieder gleich** zu werden anfängt, und wo letztere mittlere also ihrerseits den meisten Vorsprung*** vor der wahren hat. Hier

* Es ist nämlich oben bevorwortet worden, daß die „Variation" die Mondgeschwindigkeit nach Maßgabe der Annäherung zu den Syzygien vermehrt, demgemäß das davon abhängige Maximum also offenbar in diesen Punkten selbst eintritt, gleichwie der Eintritt des Minimums in den Quadraturen nicht weniger daraus folgt.

* Der wahre Mond, mit seiner größeren, aber abnehmenden Geschwindigkeit, war erst dem mittleren voraus; und sein Vorsprung vor ihm wuchs, bis dieser gegenseitige Abstand nicht weiter wachsen kann, indem beide Geschwindigkeiten gleich wurden, wonächst die sich immer gleich bleibende mittlere also nunmehr ihrerseits den Vorsprung vor der bevorwortetermaßen abnehmenden, wahren gewann.

** Er nähert sich nämlich nunmehr der zweiten Syzygie (der Opposition, der Phase des Vollmondes), wobei, um es nochmals einzuschärfen, seine Geschwindigkeit in Gemäßheit der „Variation," bevorwortetermaßen, wieder wächst.

*** Ich kann, zur deutlichsten Einsicht vom

tritt demgemäß das bevorwortete zweite Maximum der Variation, aber im negativen Sinne ein: der mittlere (der „nicht variirte") Mond ist in diesem zweiten Octanten dem „variirten" um die 39′ voraus: dieser Betrag der „Variation" muß hier vom Tafelwerthe abgezogen werden; und die Formel bestätiget dieß abermals, indem die Elongation hier = 135°, 2.135° aber = 270° und der Sinus davon in der That = − 1 ist.

Da sich die Geschwindigkeit des wahren Mondes, dem, unserer Erklärung zu Grunde liegenden Gesetze gemäß, nunmehr bei der Annäherung zur zweiten Syzygie (zur Opposition, zum Vollmonde) wieder vergrößert; so kommt derselbe in diesem Puncte mit dem mittleren Monde zwar abermals zu gleicher Zeit, aber mit der erlangten überwiegenden Geschwindigkeit an, und geht mit derselben auch weiter, dem mittleren Monde voraus, bis seine Geschwindigkeit auf dem halben Wege zur zweiten Quadratur, wiederum der mittleren gleich wird, und er also hier in dem dritten (oder, wie andere Astronomen sagen, dem „fünften") Octanten, unserm Principe gemäß, neuerdings einen größten Vorsprung vor dem ihm jetzt folgenden mittleren Monde hat. In diesem dritten Octanten findet solchergestalt auch ein drittes Maximum der Variation, und zwar (Elongation hier = 225°, davon das Doppelte der 450°, d. h. der 450 − 360 = 90°, den Sinus + 1 gibt) mit + 39′ Statt.

Ganz nach Art der Beziehung auf die vorangehenden Phasen kommt aber in dieser zweiten Quadratur nun neuerdings der mittlere Mond mit einer ihm inwohnenden größeren Geschwindigkeit als der wahre an, und geht demselben damit bis zum letzten (4ten, wenn man nicht 7ten sagen will) Octanten auch noch voraus, demgemäß die „Variation" in diesem vierten Octanten, also ein viertes und letztes Maximum von (Elongation hier 315°, davon dem Doppelten der 630, d. h. der 630−360 = 270° der Sinus − 1 zugehört) − 39′ hat. Nur solchergestalt erklärt sich die, sonst wirklich paradoxe Erscheinung, daß der mittlere Mond so kurz vor der Conjunction noch dem wahren voraus seyn kann. Jetzt erlangt aber freilich der letztere diejenige, oben erwähnte „größte Geschwindigkeit", mit welcher er in diesem Puncte der Conjunction, von dem wir ausgegangen waren, wieder anlangt; ein Umstand, auf den ich hier zurückkommen wollte. Daß die Formel, nämlich für letzteren Punct selbst, gleichwohl die Variation noch = 0 gibt, ist eben die nothwendige Folge unseres Princips, welchem gemäß sich die größte (die ganze, die bemerkbarste) Wirkung nicht im Augenblicke des Eintretens der veranlassenden Ursache selbst, sondern erst nach einiger Zeit und der während derselben entstandenen Zusammenhäufung aller successiven Einzel-Wirkungen verossenbart, eine Bemerkung, die sich nicht weniger auf die Quadraturen bezieht, in denen der mittlere (der „Tafel"-) Mond nicht weniger mit dem wahren erst zusammentrifft, obwohl beider Geschwindigkeiten schon im vorausstehenden Octanten gleich gewesen sind, und von welchen ab der größte Excess der einen vor der andern auch nicht ehr als im folgenden Octanten wahrgenommen wird.

Ich hoffe, die Leser, indem ich Sie schließlich nochmals auf das Detail in dem besondern Artikel verweise, solchergestalt über das Allgemeine der „Variation" schon in diesem Collectiv-Artikel befriediget zu haben, und komme nun, immer das einleitende Princip vorhaltend, zu der letzten der zu betrachtenden großen „Mondungleichheiten": der jährlichen Gleichung, über welche ebenfalls schon ein specieller, gefälligst zu vergleichenden Artikel „Gleichung, jährliche" handelt, und welche ich daher hier auch nur in ihrer allge-

überhaupt schwierigen Gegenstande, nicht genugsam wiederholen, daß sich der größte Abstand zwischen dem mittleren und wahren Gestirn da findet, wo ihre gegenseitige Geschwindigkeit gleich zu werden anfängt, indem derselbe natürlich nur so lange wachsen kann, als die eine vorherrscht.

meinen Beziehung zu den übrigen betrachten darf.

Wir haben aber aus jenem Separat-Artikel den allgemeinen Grund dieser „Mondungleichheit“ in dem Umstande kennen gelernt, daß die Erde, mit dem sie umkreisenden Monde, der Sonne in unserm Winter so viel näher als im Sommer (daß das ganze Erdsystem in ein anderes Entfernungsverhältniß zum störenden Körper versetzt) ist, daher der Mond zu jener Zeit, wegen der aus der größeren Nähe auch größeren (störenden) Anziehungswirkung der Sonne auf ihn, mehr davon afficirt, und also die Axe seiner Bahn, und damit seine, davon abhängige Umlaufszeit (der Monat, z. B. namentlich der synodische) verlängert (die Bahngeschwindigkeit verringert*) wird. Dieß, hier zunächst hervorzuhebende, wirkliche Längerwerden der ganzen großen Axe der Mondbahn, im Gegensatze des bloßen Wachsens der Excentricität, welches die „Evection“ charakterisirt, und weßhalb ich oben hierher verwiesen habe, unterscheidet die „jährliche Gleichung“ in ihrem Wesen von jener Ungleichheit, mit welcher sie sich, wie man leicht einsieht, übrigens vermengt: denn die „Evection“ muß (Bd. I. S. 648.), nach Maßgabe der verschiedenen Entfernungen der Sonne von der Erde veränderlich seyn, so daß ein natürlicher Bezug zwischen ihr und dieser uns jetzt beschäftigenden „jährlichen Gleichung“ besteht*.

Wenn wir uns jetzt aber daran erinnern, daß die, mit dem sie umkreisenden Monde, im Bahnpuncte der Sonnennähe ankommende Erde dort natürlich die größte-, und in der Sonnenferne dagegen die geringste Bahngeschwindigkeit annimmt; so leuchtet bald ein, daß für den Mond dagegen, durch diese Sonnenwirkung, gerade umgekehrt, in jenem ersteren Puncte eine Verzögerung, im letzteren aber eine Beschleunigung seiner Bahnbewegung eintreten muß: denn gleichwie die Sonne den Haupt-Planeten Erde aus der geringeren Entfernung der Sonnennähe in seiner Sonnenbahn rascher vorwärts treibt, eben so wirkt sie dann vielmehr störender, zurückhaltender, auf den Lauf des Nebenplaneten um jenen Hauptplaneten; — und im andern Bahnpuncte der Sonnenferne findet, des nämlichen Grundes wegen, offenbar auch das Umgekehrte Statt. Wir wollen uns, nach diesen Prämissen, gleichwie im vorangehenden Falle, einen mittleren neben dem wahren Mond denken, und sie beide zugleich einen Umlauf um die Erde im Augenblicke der Ankunft der letzteren etwann in jenem Puncte der Sonnennähe anfangen lassen; was wird also geschehen? der „mittlere“, nämlich vom Einflusse jener Sonnenstörung frei angenommene, dadurch nicht aufgehaltene Mond, wird dem darunter leidenden wahren Monde hier voraneilen; und dieses Voraneilen wird durch die ganze, solchergestalt als erste angenommene Hälfte der Erd-Jahresbahn dauern, bis, im diametral entgegengesetzten Puncte, dem der Sonnenferne,

* Dieß scheint ein Widerspruch mit dem eben über „Variation“ Vorgetragenen, wo in der Conjunction, also in der größeren Sonnennähe des Mondes (in der Annäherung dazu), vielmehr eine Beschleunigung seiner Bewegung (eine Vermehrung seiner Bahngeschwindigkeit) nachgewiesen wird. Allein dort ist von einer solchen Einzelstellung der drei Körper: Mond, Erde, Sonne, in welchen die störende Wirkung der letzteren mit der Centralkraft conspirirt (die Perturbation nahe senkrecht auf dem Radius vector ausfällt), hier aber, wie gesagt, von einer Versetzung des ganzen Erdsystems (der Erde mit ihrem Monde) in ein anderes Entfernungs-Verhältniß zur perturbirenden Sonne die Rede.

* Wären, um die vier hier betrachteten großen Mondungleichheiten zu resumiren, die Mond- und die Erdbahn, statt Ellipsen, Kreise, deren Centrum die respectiven Centralkörper einnähmen, so gäbe es weder Mittelpunctsgleichung, noch Evection, noch jährliche Gleichung, und es bliebe nur die, von dem Umstande abhängige Variation, daß sich nicht auch Erde und Sonne im nämlichen Centrum befinden.

wo beide Monde zusammtreffen, das Umgekehrte, nämlich das nunmehrige Voreilen des wahren Mondes vor dem mittleren eintritt, und durch die zweite Hälfte der Erd-Jahresbahn, hin zum Ausgangspuncte der Sonnennähe, zum abermaligen Zusammentreffen beider Monde, fortwährt. Dieß Alles ergibt sich durch bloßes Nachdenken über die angeführte Ursache des Vorganges. Die Periode dieser „Mondungleichheit" ist hiernach also ein anomalistisches Sonnenjahr (nämlich die Zeit — vergl. Jahr, S. 800. — der Rückkehr zur selbigen Apside); und die „Ungleichheit" heißt deßwegen, im Gegensatze der „Evection" und „Variation", welche in Monatsfrist ablaufen, die „jährliche". Es verhält sich, wie man ebenfalls leicht einsieht, mit ihr, wie mit der Mittelpunctsgleichung des Haupt-Planeten selbst; nur trägt sie, der erklärten Natur ihrer Entstehung gemäß, das entgegengesetzte Zeichen: wo die wahre Erde der mittleren voraus ist, findet sich der wahre Mond dagegen hinter dem mittleren zurück, und vice versa. Das Extrem der Veranlassung dieser Ungleichheit ferner tritt, bevorwortetermaßen, zwar in den Apsiden unmittelbar ein; unserm, aus diesem Grunde, so sorgfältig hervorgehobenen Principe zu Folge, hat aber deßwegen nicht eben auch gleich dort das Maximum der Wirkung Statt: bei der von uns gewählten Folge fährt vielmehr der mittlere Mond so lange fort, Vorsprung vor dem wahren zu gewinnen, bis beider Geschwindigkeiten gleich zu werden anfangen, welches also auf der Hälfte des Weges der Erde um die Sonne, zunächst von der Sonnennähe zur Sonnenferne, oder bei 90° (III Zeichen) Anomalie (der Erde) erfolgt, wo sich das (erste) Maximum der „jährlichen Gleichung" (die Summe* der bis hierher, bei den einzelnen Umläufen, Statt gefundenen Voreilungen des mittleren vor dem wahren Monde) mit (vergl. Bd. I. S. 649.) 11′ ergibt, welche der mittlere Mond hier an berechneter Länge in der Bahn vor der beobachtungsgemäßen wahren Mond-Länge voraus hat, und welche hier demnach als „jährliche Gleichung" von jener mittleren Mondbahnlänge abgezogen werden müssen (als Correction das — Zeichen führen), um sie in diese wahre zu verwandeln. In der zweiten Hälfte der Bahn der Erde, von der Sonnenferne zur Sonnennähe, tritt für den Mond in seiner Bahn, in ähnlicher Art, bei 270° (IX Zeichen) Anomalie, ein (zweites) Maximum der „jährlichen Gleichung" mit 11′ ein, welche 11 Minuten aber, wie man, ohne daß ich nöthig hätte, dieß erst nochmals besonders zu erklären, hier gegentheils der mittleren Länge des Mondes hinzugerechnet (ihr mit dem + Zeichen beigefügt) werden müssen, um, so weit es von dieser „Ungleichheit" abhängt, den wahren (den beobachtungsgemäßen) Ort des Mondes in seiner Bahn zu haben. — In Ihren Mondtafeln finden die Leser für diese Correction den Ausdruck:

Jährliche Gleichung = − 11′ . sin mittlere* Anomalie der Erde,

welcher sich auch wiederum an den beiden von uns hervorgehobenen Fällen des Maximums bewährt, in denen wir, bei resp. 90 und 270° (mittlerer) Anomalie (der Erde)** − 11′ und + 11′ dafür gefunden hatten, der Sinus von 90° aber in der That = + 1 und von 270° dagegen = − 1 ist (+ 1 . − 11′, wie ich erinnern darf, aber − 11′ gibt).

Hiermit kann ich meine Betrachtungen über die „jährliche Gleichung", und also über die vier großen „Mondungleichheiten", unter denen wir ihr, als der numerisch kleinsten, den letzten Platz angewiesen hatten, überhaupt schließen, und muß, bevorworte-

* Die „Summe," denn bei jedem einzelnen Umlaufe ist die, durch diese „jährliche Gleichung" veranlaßte Differenz zwischen mittlerer und wahrer Mondes-(Bahn-) Länge nicht bedeutend.

* „Mittlere," wie man sich beim Argumente (vergl. oben) auf solche mittlere Werthe bezieht.

** Also im März und September, indem sich der Planet Erde im Januar in seiner Sonnennähe, im Juli in seiner Sonnenferne befindet; — ich komme unten hierauf zurück.

termaßen, nun auch noch auf die „kleineren Ungleichheiten“ (Störungen) des Mondlaufes kommen. Denn die, somit bis jetzt nachgewiesenen entsprechenden vier Correctionen des mittleren Mondortes würden doch meistens immer nur erst noch ein, der nachherigen wirklichen Beobachtung des wahren Mondortes nur nahe kommendes Resultat geben. Man sieht Dieß auch leicht ein: die bezeichneten Störungen stören sich natürlich gegenseitig selbst wieder; bei jeder andern Stellungs-Combination der drei auf einander wirkenden Körper: Mond, Erde (letztere namentlich auch in ihrer abgeplatteten Gestalt, auf welche deßwegen schon Eingangs hingewiesen ist, und auf welche ich gleich näher komme), Sonne, treten andere Beziehungen ein; — und wenn auch die Behandlung und Darstellung ihrer Allgemeinheit, welche Darstellung wir ebenfalls gleich Eingangs dieses Vortrages als das Problem der drei Körper bezeichnet und in einen besondern Artikel verwiesen haben, die Kräfte der Analysis übersteigt: so gelingt es der Gravitationstheorie doch, noch eine große Menge daher entstehender, zwar minder wichtiger, gleichwohl aber nicht vernachläßigbarer Störungen des Mondlaufes nachzuweisen, welche wir eben deßwegen mit dem Namen der „kleineren“ Mondungleichheiten belegen. In die Betrachtung ihres Details darf ich mich jedoch nicht vertiefen: die Leser erhalten einen hinreichenden Begriff von der Complication dieser Entwicklung, wenn Sie Ihre Mondtafeln, oder andere diesen Gegenstand ausführlicher behandelnde Werke, z. B. Littrow's, des verewigten Wiener Astronomen, „Vorlesungen über Astronomie“. Wien. 1830. 2 Theile gr. 8., wo er mir sehr gut behandelt scheint, II. 51. vergleichen, in welchen Sie die wahre Länge des Mondes in seiner Bahn, mit Bezug auf seine mittlere, durch eine aus zwei und zwanzig Gliedern bestehende Gleichung ausgedrückt finden, von denen nur einige die oben nachgewiesenen vier großen Correctionen (der „Mittelpunctsgleichung“, „Evection“, „Variation“, und „jährlichen Gleichung“), die übrigen aber sämmtlich solche „kleinere Mondungleichheiten“ betreffen.* Nur eine derselben, soweit sie hiernach die Länge des Mondes in seiner Bahn angeht, und welche die Leser öfter unter dem Namen der „parallaktischen“ erwähnt finden, eine Benennung, die Sie befremden könnte, will ich hier hervorheben: sie führt diesen Namen, weil ihr numerischer Coefficient die Sonnen-„Parallare“ (oder doch wenigstens eine Function derselben) ist, wobei sie von der Elongation (der wahren Winkeldistanz von der Sonne) des Mondes (E), welche also ihr Argument bildet, abhängt. Nennt man demnach jene „Parallare“, in der Absicht, dieselbe auf diesem Wege abzuleiten, x, und hat man für die Gleichung den Beobachtungswerth b ermittelt; so wird, um den einfachsten Begriff von der Behandlung zu geben, b = Ex.

Laplace („Exposition du Système du Monde“. 4te Aufl. II. 87.) hat sich besonders mit dieser Gleichung beschäftiget, und vermittelst derselben die Parallare der Sonne auch in der That, gerade von demselben Betrage, wie wir im Art. Durchgang, S. 242. gefunden.**

* Gleichwohl welchen die Mondtafeln selbst in dieser Ausdehnung häufig noch mehr oder weniger bedeutend vom Himmel ab. Der bekannte russische Seefahrer Krusenstern unter Andern bringt (vergl. unten) in seiner „Reise um die Welt,“ Berlin 1811. 2 B. 12. II. 181, ein auffallendes Beispiel solcher Abweichungen bei. — Ich will damit nur gleich nochmals auf die unsäglichen Schwierigkeiten der Mondtheorie hindeuten, welche durch gleich unsägliche Bemühungen noch nicht zur Vollkommenheit hat gebracht werden können.

** Ich finde dieselbe dort nämlich, nach der gewöhnlichen Sexagesimaltheilung des Kreises, in 90° (und also in 90 . 60 . 60 = 324000″) = 8″, 57; Laplace, nach der Decimaltheilung, indem er (vergl. Grad) dem Quadranten 100°, dem Grade 100′, der Minute 100″ gibt, 26″,51; — man hat aber in der That, wenigstens sehr nahe, 324000 : 1000000 = 8″,57 : 26″,51. Ein strengeres rechnendes Detail in der „Mécanique céleste.“ III. 282 sqq.

— Ich zeichne diese Uebereinstimmung nicht ohne Grund so sehr aus: es kann den Lesern nicht anders als höchst angenehm seyn, die Angabe eines so wichtigen und dabei so äußerst delicaten Elementes auf den verschiedensten Wegen erprobt zu finden, und dadurch für die Innigkeit Ihrer Ueberzeugung eine Bestätigung zu gewinnen, von der ich wünsche, daß Sie sie, gleich mir, als unschätzbar betrachten mögen.

Außerdem aber muß ich eine, die Breite des Mondes (seinen Abstand von der Ebene der Ekliptik, die Erhebung seines Mittelpunctes über oder Senkung unter diese Ebene), betreffende solche „kleinere Ungleichheit um so mehr anführen, als sie von der sphäroidischen Gestalt (Abplattung) des Erdkörpers, worauf ich in diesem Bezuge hier zurückkommen wollte, abhängt, weßhalb sie auch den Namen der „sphäroidischen" führt. Ich habe derselben vorläufig schon im eben genannten Art. Abplattung, S. 25. Erwähnung gethan, und bemerke mit Verweisung dort hin, darüber hier nur noch, daß die Behandlung der, diese Mondstörung betreffenden Gleichung, in ähnlicher Art, wie ich Dieß eben für die Sonnen-Parallare nachgewiesen habe, die Größe der „Abplattung", in nicht weniger naher Uebereinstimmung mit den, durch andere Methoden gewährten Resultaten, = 1/305° gibt.

Noch gehört endlich, wenn von der scrupulösesten Genauigkeit bei Bestimmung des allaugenblicklichen wahren Mondortes am Himmel die Rede ist, die Betrachtung einer „Ungleichheit des Mondes" hierher, welche ich auch ihrer anderweiten Merkwürdigkeit wegen nicht übergehen darf, ich meyne die stete Beschleunigung der mittleren Bewegung dieses Gestirns.

Wir haben nämlich als ein Grundgesetz aller Himmelsmechanik (vergl. d. A. S. 776.) die Unveränderlichkeit der großen Axe der elliptischen Bahnen sowohl der Haupt- als der Neben-Planeten, und also der davon abhängigen (mittleren)* Umlaufszeiten kennen gelernt. Um so mehr mußte es demnach überraschen, als die neuere Astronomie bei Vergleichung ihrer Beobachtungen mit den ältesten auf uns gekommenen Beobachtungen der Araber, Griechen und Chaldäer, die Ueberzeugung erhielt, daß gleichwohl die mittlere Dauer des Mondumlaufes (des Monates, und zwar, da sich die Monate — vergl. d. A. — gegenseitig bedingen, des einen wie des andern) seit jener ältesten Beobachtungen eine ununterbrochene Verkürzung erfahren habe: diese Verkürzung ist zwar für den Einzel-Monat kaum bemerkbar; derselbe war vor 2000 Jahren nur um etwann 1/2 Secunde länger**, als jetzt; — allein in der Summe wird diese Verkürzung doch ziemlich merklich; und ein, von Lalande, um 1750, nach heutiger Mondbewegung für das Jahr 300 vor Christus berechneter Mondort zeigte sich, in Folge dieses Umstandes von der (auf uns gekommenen) damaligen Beobachtung, um über 1° verschieden.***

* Dieß heißt also: die Betrachtung dieser Ungleichheit lehrt, daß der durch seine Gravitation den Mondlauf regelnde Hauptplanet Erde dabei auf den Nebenplaneten nicht nach Art eines Körpers von reiner Kugelgestalt, sondern vielmehr wie ein „Sphäroid" wirkt, dessen (vergl. wieder Abplattung) kleiner (der polare) Durchmesser nur 304 von den 305 gleichen Theilen enthält, in welche man sich den größeren (den äquatorealen) Durchmesser getheilt denkt. — Leser, die den unendlich interessanten Gegenstand analytisch weiter verfolgen wollten, verweise ich nochmals an Laplace, l. c.

* „Mittleren"; denn periodischen Aenderungen sind diese Axen, und also die davon abhängigen Umlaufszeiten allerdings unterworfen. Lagrange, l. c.: „Les grands axes sont invariables, lorsqu'on fait abstraction des inégalités *périodiques*."

** Die große Axe der Bahn des Mondes um die Erde verkürzt sich in 100 Jahren nur um etwann 9 Fuß, und die damals um 1/2'' längere Umlaufszeit kann also auch nur in diesem geringen Verhältnisse kürzer werden.

*** Laplace l. c. gibt für die dadurch nöthig werdende Correction den Ausdruck

Um die Aufklärung dieses überraschenden Widerspruches zwischen einem sonst allgemeinen Himmelsgesetze und der Ausnahme, die der einzige Erdmond davon zu machen schien, haben sich die größten Geometer des vorigen Jahrhunderts, welche, wie gesagt, die Entdeckung gemacht hatten, lange vergeblich bemühet, bis es endlich Laplace („Mém. de l'Académie de Paris" für 1786. „Exposition du Système du Monde". II. 72.) gelang, den Grund der also seit Jahrtausenden zunehmenden „Beschleunigung der mittleren Mondbewegung" in einem, mit der Sonnenwirkung verbundenen Einflusse der Veränderung der Excentricität der Erdbahn auf dieses Gestirn, zu finden. Wir haben uns aber (Himmelsmechanik, S. 777.) aus dem Stabilitäts-Princip des Universums überzeugt, daß die Excentricitäts-Veränderungen zwar an gleich lange Perioden gebunden, demgemäß jedoch nur immer periodisch sind; und es muß also, mit dieser Rückkehr der Excentricität der Erdbahn zu einem ursprünglichen Mittelwerthe, auch die Mondbewegung wieder einen solchen ursprünglichen Mittelwerth erlangen (oder, um, l. c., noch bestimmter im Sinne des „Stabilitäts-Princips" zu reden: die gegenwärtig Statt findende Abnahme der Excentricität [vergl. d. A. S. 406.] der Erdbahn, und mit ihr also der mittleren Dauer des Mondumlaufes, wird sich, nach andern Jahrtausenden, in eine ähnliche allmälige Wiederzunahme verwandeln, dergestalt, daß nur ein Oscilliren um einen mittleren Werth in unübersteiglichen Grenzen Statt hat. — (Erhabenes Gesetz — vergl. den 1. Band unseres Werkes, S. 1027. — der Himmels-Architektonik!).

Nur erst durch alle diese Betrachtungen und Forschungen, um nun zum Geschichtlichen überzugehen, ist man denn aber endlich mit den Gesetzen des Mondlaufes, namentlich mit seinen zahllosen „Ungleichheiten," inniger vertraut geworden. Die Schwierigkeiten dieser Ermittlung waren aber auch bereits dem Alterthume sehr wohl bekannt; und schon Plinius d. Naturalist (Hist. nat. Lib. II. cap. 9.) klagt, daß man die Bewegung des nächsten Gestirns noch so wenig erforscht habe. Gleichwohl kannte man, der älteren, im Art. Mond, mit Verweisung hierher, beigebrachten Bemühungen nicht erst nochmals zu erwähnen, zu Plinius Zeit (im 1sten Jahrhunderte nach Christus) schon die, von dem großen Griechischen Astronomen Hipparch fast 2 Jahrhunderte früher entdeckte Excentricität und damit die „Mittelpunctsgleichung der Mondbahn". Allein freilich erst viel später (im 2ten Jahrhunderte nach Christus), fand Ptolemäus (biograph. Notizen über ihn in Weltsystem), daß diese Eine Correction noch nicht hinreiche, um den mittleren (den danach vorher berechneten) Mondort mit dem wahren (dem beobachtungsgemäßen) in Uebereinstimmung zu haben, und daß es dazu derjenigen zweiten Correction bedürfe, welche wir unter dem Namen der „Evection" vorn ausführlich erklärt haben*. Hätte Ptolemäus sich nicht begnügt, den Mond nur in den vier Hauptpuncten seiner Bahn: den beiden Syzygien und den beiden Quadraturen, zu beobachten, und hätte er diese Beobachtungen vielmehr gleichfalls auf die Octanten ausgedehnt; so würde Er auch die dritte große „Mondungleichheit", die „Variation," entdeckt haben. So aber blieb diese Ehre, nach so vielen Jahrhunderten, erst dem Dänischen Astronomen Tycho Brahe († 1601) aufbehalten**, welcher darüber in einem An-

$10'' \cdot t^2$, wo t die Anzahl der verstrichenen Jahrhunderte bedeutet, welche für die angegebene Zeit (1750 + 300 = nahe 2000) also etwann 20 betrug; $20^2 = 400 \cdot 10''$ geben aber in der That ($1^0 = 3600''$) den obigen Betrag, welcher dem solchergestalt berechneten Mondorte hinzugefügt werden müßte, um ihn in den so viel früher beobachteten zu verwandeln.

* Das Ausführliche hierüber in Ptolemäus großem Werke, dem „Almagest," von welchem ich die deutsche Bearbeitung, welche die meisten meiner Leser doch vorziehen werden, zu Schlusse des vorangehend. Art. Mond angeführt habe.

** Wenigstens hat man dieß lange ange-

hange: „De mundi aetherii recentioribus Phaenomenis“ zu seiner „Astronomiae instauratae Pragymnasmata. Wandesburgi. 1598. Fol. Rechenschaft ablegt. Nicht weniger finden sich über die „jährliche Gleichung“, als die vierte und letzte der von uns aufgezählten „großen Mondungleichheiten“, bereits Andeutungen in demselben Werke Tycho's; die nähere Bezeichnung war aber, nachdem auch Kepler schon Gedanken darüber geäußert hatte, einem (für die Wissenschaft zu früh, im 22ten Lebens-Jahre, 1641.) verstorbenen Englischen Astronomen Jeremias Horreckes (Horoccius) vorbehalten, welcher in seinen, 1678 zu London erschienenen Werken näher von dieser Störung * handelt.

Alle diese Entdeckungen über die Beschaffenheit des Mondlaufes und seine Ungleichheiten waren jedoch nichts als Empirie, bis Newton durch Darlegung seiner Gravitations- (vergl. d. Art.) Theorie das allgemeine Princip angab, auf welches sie sich zurückführen lassen, und auch die meisten derselben daraus genügend ableitete, wiewohl der damalige Zustand der Analysis eine Allgemeinheit solcher Erklärung noch nicht gestattete. Gregory, Professor der Mathematik zu St. Andrews in Schottland (gest. 1675) in seiner „Astron. geometr. et phys. Elementa“ (Genfer Ausg. 1726. S. 322) gab nach dieser Newton'schen Theorie Data zu Mondtafeln, wie ich solcher „Tafeln“ wegen in den vorangehenden Artikeln hierher verwiesen habe, welche nach seiner Behauptung nicht über 2 Minuten vom Himmel abweichen sollten; und Halley (der uns mehrfach bekannt gewordene Zeitgenoß und Freund des großen Newton in seiner 1759 von Lalande herausgegebenen Arbeit über diesen Gegenstand), gleichwie nach ihm der Petersburger Astronom Euler („Theoria motus Lunae.“ Petrop. 1753. 4.) begründeten darauf dergleichen Mond-

nommen. In einem Aufsatze jedoch: „Nouvelles recherches sur l'histoire de l'Astronomie chez les Arabes“ („Nouveau Journal Asiatique,“ Jahrg. 1836), wird die Ehre der Entdeckung der „Variation“ vielmehr dem arabischen Astronomen Abul Wefa (in Bagdad um 980) revindicirt.

* Lalande: „Astronomie,“ §. 1453, macht hierbei eine Anmerkung, welche mir zu lehrreich (gleichsam ein Résumé meines ganzen Vortrages) zu seyn scheint, als daß ich sie nicht hier noch beibringen sollte. „Pour comprendre,“ sagt Er nämlich, „comment il a été possible à *Tycho, Kepler, Horaccius*, de découvrir *l'équation annuelle*, on n'a qu'à faire attention, qu'il ne s'agissoit que de calculer plusieurs lieux de la Lune, ou plusieurs observations d'éclipses en *différens tems de l'année* sur les tables où l'on employoit déjà l'équation de l'orbite, l'évection et la variation; tous ces calculs *s'accordoient* avec les observations au mois de *Janvier* et au mois de *Juillet;* — mais ils s'en écartoient constamment d'abord au mois de *Mars*, et ensuite au mois de *Septembre* (welche Monatsbestimmungen ich daher oben mit Verweisung hierher hervorgehoben habe) en sens contraire. Cela suffisoit pour faire voir, qu'il y avoit une inégalité attachée à l'équation de l'orbite solaire, et qui étoit à son *maximum* toutes, les fois que le Soleil (die Erde) étoit dans ses moyennes distances. Cette *équation annuelle* est la *plus grande dans les distances moyennes* du Soleil, quoiqu'elle *dépende du plus grand et du plus petit éloignement*, par la même raison que l'équation de l'orbite est nulle dans les apsides et la plus grande dans les moyennes distances. Aussitôt que la vitesse actuelle cesse d'excéder la vitesse moyenne (et vice versa), la somme des excès accumulés jusqu'alors, c'est à dire, l'équation totale, se trouve la plus forte, et elle est à son *maximum*; cette équation provenant de l'excès de la vitesse (moyenne sur la vraie, où vraie sur la moyenne) doit augmenter sans cesse tant que l'une surpasse l'autre, quelque petite que soit la différence.“ — Dieß ist, wie gesagt, eine schöne Zusammenstellung dessen, was ich oben als leitendes Princip unserer gesammten Betrachtungen über solche Gleichungen entwickelt habe.

tafeln, die aber noch immer viel zu wünschen übrig ließen.

Endlich überwand der große Göttingen'sche Astronom Tobias Mayer, angefeuert durch die Auszeichnungen (Preise), welche das englische Parlament für Darstellung vervollkommneterer Mondtafeln verheißen hatte,* alle Schwierigkeiten, und brachte die, schon im eben citirten Art. Länge zur See erwähnten „Mondtafeln" zu Stande, nach denen man durch dreizehn verschiedene Reduktionen den allaugenblicklichen wahren Mondort am Himmel (z. B. seinen [seines nächsten Randes] kürzesten Abstand von der Sonne [ihrem nächsten Rande], oder von einem namhaft gemachten Fixsterne) angeben kann, ohne einen, 1 Minute übersteigenden Fehler befürchten zu dürfen. Mayer sendete eine Darlegung des Berechnungsmodus nach England ein, starb jedoch, angeführtermaßen, darüber, und erst seine Erben erhielten, nachdem man sich durch mannigfache Proben von der Richtigkeit überzeugt hatte, einen Theil des ausgesetzten Preises. Hiernächst wurden diese Mayer'schen Mondtafeln zuerst in London durch den Druck veröffentlichet, worauf Lalande, P. Hell (wir kennen ihn aus B. I. S. 241) weitere Ausgaben davon besorgten; meinen Lesern wird der Abdruck im 2. Bande der sehr verbreiteten „Berliner Sammlung astronomischer Tafeln" am zugänglichsten seyn.

Seitdem aber bemüheten sich die ausgezeichnetsten Analysten Europas um immer weitere Ausbildung der Mondstheorie, als eine der würdigsten Aufgaben der gesammten Astronomie,* und namentlich gelang es Laplace, in seinen schon oben angeführten Werken, allen Empirismus der Mondortberechnung (woran Mayer's Tafeln noch nicht ganz frei sind) zu beseitigen, und den Causalzusammenhang zwischen den „Mond-Ungleichheiten und dem Principe der Gravitation so befriedigend nachzuweisen, daß seine Mondberechnungen vom Himmel nicht über 10 Secunden abweichen sollen. Nach den dabei zu Grunde liegenden Formeln sind die, 1806 durch das französische National-Institut herausgegebenen Mondtafeln von Bürg** construirt, an welche sich Burckharts (des deutschen, aber als französischer Bürger nationalisirten Astronomen), schon im Art. Mond erwähnte „Tables de la Lune" (Paris 1812) anschließen; doch lassen auch diese noch Fehler von $^2/_3$' (ich habe oben eine solche Beobachtung von Krusenstern angeführt); — und die Pariser Akademie der Wissenschaften setzte daher im Jahre 1820 einen Preis auf eine nochmalige Bearbeitung der Theorie des Mondlaufes mit seinen „Ungleichheiten," bei welcher, mit einziger Ausnahme der natürlich nur vermit-

* Ich habe nämlich im Art. Länge zur See, allwo sich S. 26 auch die biographischen Notizen über unsern Tobias Mayer finden, die Vortheile auseinandergesetzt, welche von solchen vollkommneren Mondtafeln für Bestimmung der „Länge zur See," also für den Seefahrer erwartet werden dürfen, und welche das englische Parlament zur Verheißung der oben angedeuteten Auszeichnungen bestimmt hatten. Es wurden durch die betreffenden Acte (1714) für Mondtafeln von so weit getriebener Genauigkeit, daß jene Länge daraus bis auf 1° (Irrthum) zu bestimmen sey, 10000 Pfund, bis auf $^2/_3$° 15000, und bis auf $^1/_2$° 20000 Pfund ausgesetzt. Mayer starb indeß, wie l. c. näher erwähnt ist, darüber, und erst seine Erben erhielten einen Theil jenes Preises (3000 Pfund).

* Der religiöse Einfluß der Astronomie ist die schönste Frucht dieser erhabenen Wissenschaft; handelt es sich aber um ihren Nutzen für das bürgerliche Leben, so hat sie dem letzteren in der Vervollkommnung des Kalenders und in der Sicherung der Schiffahrt durch vervollkommnete Mondtafeln zu genauer Bestimmung der Länge zur See gewiß die größten Dienste geleistet. Dieser Gesichtspunct ist auch in den beiden Artikeln aufgestellt; ich muß denselben aber hier nochmals ganz besonders hervorheben.

** Bürg (Joh. Tobias), geb. zu Trier 1766 von armen Eltern, unterstützt jedoch von Gönnern, deren Aufmerksamkeit durch sein schönes Talent auf ihn gezogen worden war, 1792 Astronom der kaiserlichen Sternwarte zu Wien, nach Verlust seines Gehörs aber zurückgezogen in das Privatleben und kürzlich gestorben.

telst unmittelbarer Beobachtung bestimmbaren Elemente der Bahn (vergl. d. Art.), alles Uebrige schlechterdings nur durch Anwendung der verfeinertesten Kunstgriffe der neuesten Analysis auf das Princip der Gravitation (oder, vergl. vorn, im engeren Sinne auf das „Problem der drei Körper") hergeleitet seyn sollte. Zwei Arbeiten, die eine gemeinschaftlich von den beiden italienischen Astronomen Carlini und Plana, die andere von dem großen französischen Analytiker Baron von Damoiseau, wurden des Preises gleich sehr würdig befunden; und auf diese letztere sind dann die Mondtafeln:

„Tables de la Lune, formées par la seule théorie de l'attraction. Par M. le baron de *Damoiseau*." Paris 1828. Fol.,

begründet, von denen nach mehrfachen, sorgfältigen Prüfungen behauptet wird, daß sie „zur gänzlichen Vollkommenheit nur wenig zu wünschen übrig lassen;" eine Behauptung, welcher ich schließlich nur noch die Bemerkung hinzuzufügen habe, daß gleichwohl der deutsche Astronom Hansen indeß (1838) noch „Fundamenta nova investigationis orbitae verae, quam Luna perlustrat" (liegt mir nur auszüglich vor) hat erscheinen lassen, darin er sich höchst scharfsinniger, ganz von den früheren abweichender Methoden bedient, in deren Gemäßheit abermals neue Mondtafeln von ihm versprochen wurden, welche jedoch noch nicht erschienen sind.

Die Literatur der Theorie des Mondlaufes (der „Mond-Ungleichheiten," wie wir diesen Artikel benannt haben) schließlich anlangend, so kann man sich schon aus den vorangehenden Citationen einen Begriff von ihrer Reichhaltigkeit machen. Leser, welche sich mit meinem Vortrage nicht begnügen wollen, verweise ich zunächst an Lalande „Astronomie." Livre VII. „Des inégalites de la Lune," wo sich der schwierige Gegenstand mit der, diesen Auctor auszeichnenden schönen Klarheit behandelt findet. Eine sehr übersichtliche Zusammenstellung gewährt ferner Mädler in seiner vielfach angeführten „Selenographie," wogegen in tiefere analytische Untersuchungen Laplace in der ebenfalls schon namhaft gemachten „Mécanique céleste" eingeht, zu welchem Werke die „Exposition du Système du Monde" einen nützlichen Commentar bildet. Außerdem finde ich eine mir nicht weiter bekannte „Théorie des mouvements de la Lune" Turin. 3 B. 4., von dem obigen italienischen Astronomen Plana erwähnt, und der so eben erschienene 4. Band von Pontécoulants „Théorie analytique du Système du Monde" soll auch nur der Mondtheorie gewidmet seyn. Gedrängter ist die analytische Behandlung in Bohnenbergers (von mir sehr hochgehaltener) „Astronomie." Tübingen 1811. gr. 8. S. 541 ff., ganz vortrefflich aber in dem noch compendiöseren Werke des scharfsinnigen Leipziger Astronomen Möbius „Die Elemente der Mechanik des Himmels," Leipzig 1843, welche ausgezeichnete Arbeit in ihrer Kürze (nur 313 Seiten 8.) gleichwohl kaum etwas Wesentliches vermissen lassen dürfte. Der wackere Jahn endlich (öffentlicher Lehrer der Astronomie und Mathematik zu Leipzig) in seiner „Geschichte der Astronomie des laufenden Jahrhunderts bis Ende 1842" (Leipz. 1844. gr. 8.) trägt die Sache unter dem historischen Gesichtspuncte weitläuftiger vor, als ich dieß aber gedurft habe; — und mit der Empfehlung namentlich dieser beiden letzteren Werke kann ich denn nun den wichtigen Vortrag über „Mond-Ungleichheiten" beendigen.

Morgen, Morgengegend; Oriens, Plaga orientalis; *Orient*, Est. Diejenige Welt- oder Himmelsgegend, wo die Gestirne aufgehen; sie steht dem Beobachter, wenn er sein Gesicht gegen Süden kehrt, zur Linken. — Dieser vagen Erklärung des mehr im gemeinen Leben, als in der Wissenschaft gebräuchlichen Ausdruckes gemäß faßte der „Morgen" die ganze, auf der Ostseite des Meridians zwischen Süd und Nord liegende Hälfte des Horizonts. Schärfer bestimmt wird der Begriff im gleich folgenden Artikel Morgenpunct.

Eben so vage ist die andere, statt wie hier auf den Raum, vielmehr auf die Zeit bezügliche gemeine Bedeutung von:

Morgen, Morgenzeit; Mane, Tempus matutinum; *Matin*, — womit man die ungefähre Zeit des Sonnenaufganges

mit Inbegriffe der Stunden bis gegen Mittag hin bezeichnet.

Morgenpunct, Ostpunct; Oriens; *Orient*, Levant, Est. Der Durchschnittspunct des Aequators mit dem (mit jedwedem* besondern) Horizonte an derjenigen Stelle des Himmels, an welcher die Gestirne aufgehen. Er ist einer von den vier Haupt- oder Cardinalpuncten (vergl. d. A.), durch welche im Horizonte die Hauptgegenden — s. auch Weltgegenden — bestimmt werden; und bezeichnet also (vergl. den vorangehenden Art.) eigentlicher den „Morgen," die „Morgengegend." Die Schiffer nennen ihn Ost oder Osten.** Von ihm heißt die ganze umliegende Gegend des Himmels die Morgengegend, und man sagt von demjenigen, was sich in dieser Gegend zuträgt, „es geschehe gegen Morgen." An den Tagen der Nachtgleichen (um den 21. März und 23. September), und an denen die Sonne also im Aequator steht, geht sie „jedwedem besondern" Horizonte in „seinem" Morgenpuncte* selbst (oder, indem sie ihre Abweichung bald etwas ändert, doch wenigstens in großer Nähe) auf; an den übrigen Tagen des Jahres stehen die Puncte des Horizonts, in welchen der Sonnenaufgang erfolgt, von diesem wahren oder eigentlichen Morgenpuncte (um die Morgenweite, vergl. d. A.) ab, und fallen bei uns (d. h. in der nördlichen Halbkugel) im Sommer weiter gegen Mitternacht, im Winter weiter gegen Mittag (die Sonne beschreibt im ersteren Falle nördliche, im zweiten aber südliche Parallelen mit dem Aequator). Am längsten und kürzesten Tage sind die bezeichneten (Sonnen-Aufgangs-) Puncte des Horizontes am weitesten (aber wie, von kleinen Verschiedenheiten der Abweichungs-Veränderung abgesehen, an entsprechenden Tagen immer gleich weit) vom „Morgenpuncte" entfernt (die „Morgenweite" ist die größte), und führen dann bisweilen den Namen des Sommer- und Winter-Morgenpunctes (Orient d'été, Orient d'hyver). Für Leipzig z. B. stehen diese Puncte: der „Sommer-Morgenpunct" 39° 40′ nördlich, der „Winter-Morgenpunct" (vergl. die dem Art. Morgenweite beigegebene Figur) eben so weit südlich vom wahren Morgenpuncte ab.

Morgenröthe; Aurora; *Auroro*. Die rothe Farbe, welche sich um die Zeit des Sonnen-Aufganges am Himmel (an den Wolken) zeigt, und welche beim Sonnen-Untergange als Abendröthe (vergl. d. besondern Art.) oft noch schöner bemerkt wird. Da der Grund der Erscheinung also in beiden Fällen unzwei-

* Versinnlichen wir uns die Kugel-Oberfläche des Erdkörpers: jeder Beobachter hat seinen eigenen Horizont; alle diese Horizonte halbiren zwar, als größte Kreise, den größten Kreis des Aequators; die Durchschnittspuncte, der obige „Morgen"- (und „Abend"-) Punct (vergl. letzteren besondern Art.) liegen aber für einen jeden anders. — Man findet sich, und dieß veranlaßt mich eben zur gegenwärtigen Auseinandersetzung, bei diesen Durchschnittspuncten des Horizonts mit dem Aequator, an die Durchschnittspuncte der Ekliptik mit diesem letzteren (die „Aequinoctialpuncte" erinnert, welche aber, im Gegensatze jener, wie gesagt, für jeden Horizont verschiedenen, etwas Allgemeines sind (vergl. hinten).

** Ueber die Etymologie (vergl. auch d. A. Mittag, Mittagsgegend), wenn man sich nicht auf das französische „Est" beziehen will, weiß ich nichts Näheres zu sagen. Dagegen unterscheidet man oft zwischen „Ost" und „Osten," indem man unter „Ost" die Morgengegend überhaupt, unter „Osten" aber den, dem Sprechenden östlich gelegenen Theil der Erdkugel versteht.

* Dürfte also, weßhalb ich in der vorangehenden Anmerkung eben hierher verwiesen habe, angenommen werden, daß die Sonne an diesen beiden ganzen Tagen im Aequinoctialpuncte verharre, und demnach bei der scheinbaren Tagesbewegung mit demselben auch den ganzen Aequator durchlaufe, so würde sothaner Punct an diesen Tagen natürlich allmälig mit allen den oben bezeichneten, zwar verschiedenen, aber doch sämmtlich im Aequator enthaltenen Morgenpuncten zusammentreffen.

felhaft ganz der nämliche ist, so darf ich zur Vermeidung solchergestalt unnützer Weitläuftigkeiten auf das im letzteren Artikel darüber Gesagte hindeuten. Eigentlicher gehört der Gegenstand ohnedieß in das Gebiet der irdischen Meteorologie, mit welcher die Astronomie nur beziehungsweise zu schaffen hat. Leser indeß, die ihn verfolgen wollen, verweise ich auf den, vom verewigten Leipziger Astronomen Brandes für die viel citirte neue Ausgabe von Gehler's „Physikalisches Lexikon" verfaßten, obigen Art. Abendröthe.

Morgenstern; Phosphorus, Lucifer; *L'étoile du matin* oder matinière. Ein Beiname, welchen Venus (s. d. A.) führt, wenn sie sich nach ihrer untern Conjunction mit der Sonne westlich von derselben befindet, und ihr also bei der Tagesbewegung voran- (Morgens vor ihr auf-) geht. — In der entgegengesetzten Stellung heißt dieser Planet bekanntlich Abendstern (vergl. den besondern Art.).

Morgenweite; Amplitudo ortiva; *Amplitude ortive* oder orientale. Die „Morgenweite" eines Gestirns ist, wie schon im Art. Morgenpunct mit Verweisung hierher bemerkt worden, der zwischen dem jedesmaligen Aufgangspuncte eines Gestirns und dem „wahren Morgenpuncte" (dem Durchschnittspuncte des Aequators mit dem Horizonte) enthaltene Bogen des Horizonts: sie ist das für den Aufgang der Gestirne, was die Abendweite für den Untergang abgibt. Ich habe in diesem letzteren besonderen Artikel die Beibringung des betreffenden Formel-Ausdruckes noch abgelehnt; da derselbe aber doch nur eine sehr einfache Construction erfordert, so will ich ihn jetzt nachholen und mich dabei auf die Sonne beziehen, für welche man die „Morgenweite" (s. unten) am öftersten sucht.

Die Sonne sey also bei unserem Frühlings-Anfang im Aequator gewesen, so ist sie im Durchschnittspuncte desselben mit dem Horizonte (dem „wahren Morgenpuncte") aufgegangen, und hat keine „Morgenweite" gehabt. Nunmehr rückt sie aber mit wachsender nördlicher Abweichung unserem Pole zu, und geht daher auch alltäglich in einem weiter nordwärts gelegenen Puncte des Horizontes auf; man will für einen bestimmten Horizont, d. h. für eine bestimmte (für eine gegebene) Aequatorshöhe, und für einen bestimmten Tag, d. h. für eine bestimmte (eine gegebene) Abweichung der Sonne die Entfernung: den Bogen des Horizonts, die „Morgenweite" wissen, in welcher sie vom wahren Morgenpuncte aufgeht?

Es ist Fig. 1. der Tafel IX. Hh der Horizont, Aa der Aequator, Dd die Declination der Sonne, also der Winkel bei h die Aequatorshöhe, und der Winkel bei d recht, so gibt hD den gesuchten Bogen des Horizonts (die „Morgenweite") ab, und man hat im rechtwinkligen sphärischen Triangel Ddh, sin Aequatorshöhe : sin Declination = 1 : sin Morgenweite, woraus sin Morgenweite = $\frac{\text{sin Abweichung}}{\text{sin Aequatorshöhe}} = \frac{\text{sin Abweichung}}{\text{cos Polhöhe}}$ kommt, demgemäß die jedesmalige „Morgenweite" also für den bestimmten Horizont, wie gesagt, aus der gleich bestimmten Abweichung folgt. — Zugleich lehrt die Figur, auf welche ich deßwegen im Art. Morgenpunct verwiesen habe, bei eigener weiteren Ausführung, die ich den Lesern selbst anheimgebe, auch augenscheinlich, daß der Abstand des Sommer- und Winter-Morgenpunctes vom wahren Morgenpuncte (der diesseitige und jenseitige Bogen des Horizontes) einander gleich sind.

Praktische Anwendung hiervon macht (wie auch schon im Art. Abendweite bevorwortet worden) namentlich der Seemann zur Bestimmung der Abweichung der Magnetnadel seines Schiffs-Compasses (vergl. Compaß). Nehmen wir zur Versinnlichung erst einmal an, diese Nadel habe gar keine Abweichung (weise streng nach Norden und Süden), so würde man die Compaß-Richtung Osten zu Westen zunächst an den Tagen, an welchen die Sonne im Aequator selbst auf- und untergeht, also den wahren Ost- und Westpunct bezeichnet, auch mit diesen Auf- und Untergangspuncten (mit dem Sonnen-Mittelpuncte im Augenblicke des Auf- und Un-

tergangen) zusammen fallen sehen; hat die Nadel aber Abweichung (weist sie nicht streng nach Norden), so muß auch jene Richtung eben um die Größe der Abweichung von den Puncten Ost und West entfernt liegen; — und die Abweichung der Nadel folgt also aus diesem beobachteten Abstande.

Hier ist zugleich noch angenommen, daß die Sonne bei der Beobachtung im Aequator selbst sey, auch keine „Morgenweite" habe; ist Letzteres dagegen der Fall, so berechne man diese Morgenweite auf die vorgeschriebene Art, und beobachte ebenfalls die Compaßgegend, welcher der aufgehende Sonnenmittelpunct entspricht, so gibt offenbar wiederum die Vergleichung dieser Beobachtung mit dem Resultate jener Berechnung die gesuchte „Abweichung der Nadel," deren Bestimmung, wie gesagt, den Hauptzweck der Ermittlung der „Morgen-" (oder Abend-) Weite" ausmacht. — Dieß wird über den, in diesem Art. Abendweite vielleicht nicht umständlich genug behandelten Gegenstand nunmehr wohl vollkommen genügen.

Multiplicationskreis, Wiederholungskreis, Repetitionskreis; Circulus multiplicatorius; *Cercle multiplicateur*; Cercle répetiteur.* Ein Instrument der neueren Astronomie, bestehend in der Hauptsache, aus einem ganzen, in seine Grade u. s. w. möglichst scharf getheilten Kreise mit einem Fernrohre, und also in sofern dem (in einem eigenen Artikel beschriebenen) „Meridiankreise" gleichend, von welchem es sich aber wesentlich wieder darin unterscheidet, daß es nicht, wie dieser, nur in der Mittagsfläche beweglich ist, sondern daß man damit auch außer dem Meridian messen (beobachten), ganz besonders aber diese Messung successiv mit allen Theilen des Limbus vornehmen (dieselbe also vervielfältigen, „multipliciren,"* daher der Name) und solchergestalt „wiederholen" kann, wodurch sich die Theilungsfehler (und dieß demnach ist der eigentliche Zweck des Instruments) meistens compensiren, ja bis zum Verschwinden verringern lassen. Die erste Idee dieser sinnreichen Einrichtung rührt, wie gesagt, wieder von unserem großen Tobias Mayer her. Er beschreibt sein Verfahren im 2. Bande der „Comment. Soc. R. Goett." (wo sich S. 336 auch noch eine vom Sohne, Johann Tobias, herrührende Verbesserung angegeben findet), und wendete dasselbe um die Mitte des vorigen Jahrhunderts anfänglich nur bei geodätischen Operationen an (vergl. Johann Tobias Mayers — eben des Sohnes — „Prakt. Geometrie." 3. Aufl. Gött. 1802. 4 B. kl. 8. I. 527). Borda, der uns bereits aus dem Art. Erde, S. 557, näher bekannte, verdiente französische praktische Astronom, hat diese Mayer'sche Erfindung nachher (um 1780) zuerst auch zu astronomischen Zwecken gebraucht, und die englischen Künstler Ramsden, Cary, Troughton u. A. m. haben die nach dieser Idee einzurichtenden Instrumente sodann mannigfach vervollkommnet und modificirt; — die Hauptsache bleibt aber, wie gesagt, und wie wir nun gleich näher sehen werden, immer die, den getheilten Kreis dieses Instruments wechselsweis gegen Morgen und gegen Abend zu kehren, und in der einen Lage diesen

* Ich hebe gleich hervor, daß, ohnerachtet aller dieser, anscheinend so verschiedenen Namen und der entsprechenden Modificationen in Nebendingen der Construction, das Princip, welches den mit diesen Namen bezeichneten Instrumenten zu Grunde liegt, doch immer dasselbe: eine, wie wir nun oben näher sehen werden, Vervielfältigung, „Multiplication," „Wiederholung" des zu messenden Bogens (Winkels) ist. Tobias Mayer, der uns wohl bekannte, große Göttinger Astronom, der Erfinder auch dieses Instrumentes, hat jenes Grundprincip daher auch das „principium (artificium) multiplicationis" genannt, und ich habe den Namen „Multiplicationskreis" deßhalb an die Spitze gestellt.

* Dieserwegen, um es nochmals hervorzuheben, führt das Instrument vorzugsweis den Namen des „Multiplicationskreises"; rücksichtlich seiner andern Eigenschaft nicht, wie der Meridiankreis (vergl. d. A.), auf die Mittagsfläche beschränkt zu seyn, sondern die Höhenmessung vielmehr in jedem Vertical zu gestatten, sollte dasselbe vielmehr nur Höhenkreis heißen.

Kreis selbst um seine Axe, in der andern aber das Fernrohr auf demselben zu bewegen, wodurch, wie ich vorläufig nur immer erst wieder recht eindringlich machen will, und wie man danach im Allgemeinen auch schon einsieht, die Messung eines betreffenden Winkels also auf alle Puncte des Umfanges vertheilt, und danach, um es nochmals zu wiederholen, mit Compensation der Theilungsfehler bewirkt werden kann. Zu der angegebenen Zeit der Erfindung dieses „Multiplikationskreises" und seiner astronomischen Anwendung war man in der Kunst einer so genauen Limbustheilung, daß bedeutende solche „Theilungsfehler" nicht zu fürchten gewesen wären, noch sehr zurück; der „Multiplicationskreis" wurde daher überaus hoch gehalten, und namentlich spricht der französische Astronom Biot („Astronomie physique." 2. Aufl. Paris 1810. 3 B. 8. I. 273 fgd.) mit wahrem Enthusiasmus von seinen Vortheilen, zu denen freilich namentlich auch der gehört, daß man den getheilten Limbus nicht von großer Dimension zu nehmen braucht, und doch, eben der Compensation der Theilungsfehler wegen, eines genauen Ergebnisses ziemlich gewiß seyn darf. Jetzt, wo man in jener Kunst, besonders durch Reichenbach's (vergl. Bd. I. S. 36) Bemühungen, unendlich vorgeschritten ist, und selbst kleinere Kreise überaus genau zu theilen versteht, hat der „Multiplicationskreis," unter dem Gesichtspuncte des Princips, welchem er diesen Namen verdankt, allerdings viel von seiner ehemaligen Wichtigkeit verloren; indessen bin ich demselben doch, schon des hervorgehobenen Scharfsinnes jener Grund-Idee, gleichwie der noch stattfindenden Anwendung als Höhenkreis wegen, eine nähere Beschreibung schuldig.

Das Wesentliche also dieses Instruments, um danach zu dessen detailirterer Beschreibung* überzugehen, besteht, Tafel IX. Fig. 2., in dem getheilten verticalen Kreise ZAP, welcher um die durch seinen Mittelpunct C gehende Verticale CP, zugleich aber auch wieder vertical um eine ebenfalls durch den Mittelpunct gehende, auf der Limbus-Ebene perpendiculare Axe gedrehet werden kann (somit also neben der azimuthalen [vgl. Azimuth] auch einer verticalen Bewegung fähig ist); ein mit einem Mikrometer und einem Vernier* versehenes Fernrohr OCL läßt sich rings um jenen Mittelpunct drehen, und kann demnach successiv den ganzen Limbus durchlaufen. — Hierauf beschränke ich mich rücksichtlich der Construction.

Die Anwendung des Instruments sodann betreffend, so sey S ein entfernter und zunächst unbeweglicher Gegenstand, dessen Zenith-Abstand man messen will; denn wäre dieser Gegenstand ein Gestirn, so könnte man mir dessen, durch die Tagesbewegung verursachte allaugenblickliche Stellungs-Veränderung während der vorkommenden mehrfachen Beobachtungen einwenden, in welchem Bezuge ich deßhalb gleich bevorworte, daß sich der Einfluß dieser Stellungs-Veränderung auf das Resultat in Rechnung bringen, und daß sich daher zum Objecte allwohl jedes Gestirn wählen läßt. Man setzt nun den Vernier auf den Nullpunct der Theilung bei A, bringt den Limbus durch seine azimuthale (horizontale) Drehung erst in das Vertical des Objects (Gestirns) S, und bewegt ihn sodann vertical, bis dasselbe (sein Mittelpunct) in der Richtung SL (rechts) im Mittelpuncte der Kreuzfäden (die, wie gesagt, in dem Nullpuncte der Theilung befestigten Fernrohrs) erscheint. Wenn man sich jetzt ein im Mittelpuncte C des Limbus angebrachtes Bleiloth CP vorstellt (blos denkt), so bestimmt dessen verlängerte Richtung das Zenith Z, und der auf dem Limbus abzulesende

* Die Selbst-Ansicht des Instruments macht die Sache allerdings deutlicher; ich kann hier nur die Absicht haben, das Grundprincip, des „artificium multiplicationis," von dem ich ausgegangen bin, recht hervorzuheben.

* Ueber „Mikrometer" handelt bereits ein eigener Artikel, und über den Vernier (nach seinem französischen Erfinder Vernier; wiewohl man dieser Einrichtung auch oft den Namen Nonius beilegt, indem der portugiesische Mathematiker Nonius eine ähnliche Subdivision des Kreises angegeben hat) handelt ebenfalls ein eigener Artikel.

Bogen AZ würde der gesuchte Zenithabstand seyn. Allein man kann bei diesem Instrumente, und darauf kommt hier eigentlich Alles an, das Loth und das sofortige Ablesen jenes Bogens AZ vermeiden, indem man das Verfahren in nachfolgender Weise fortsetzt.

Man gibt dem Limbus nämlich abermals eine horizontale (azimuthale) Bewegung um die verticale Axe, indem man ihn eine halbe Umdrehung machen läßt, um ihn (Fig. 3.) in das Vertical des Objects zurückzuführen. Bei dieser Drehung hat offenbar der zenithale Punct Z keinerlei Stellungsveränderung erlitten: der Limbus, wie er vorher gegen Osten gekehrt war, ist es jetzt blos gegen Westen;* und da das Fernrohr fest auf ihm ist, so macht dessen neue Richtung CL (links) wieder den nämlichen Winkel mit der verticalen Axe (die Vergleichung der Figur zeigt es am besten). Jetzt schraubt man das Fernrohr so viel los, daß es sich schieben läßt, und stellt es wieder auf das Object S, wonächst seine neue Richtung LA'C einen andern Theilstrich A' des Limbus trifft; und da wir das Object (das Gestirn) unbeweglich angenommen haben, so ist Bogen A'Z genau dem vorher gefundenen Zenithabstande AZ gleich, und der ganze, vom Fernrohre durchlaufene Bogen AA' ist also der doppelte (der zweimal und mit andern Limbusstücken gemessene) Zenithabstand.

Um diesen Bogen vierfach (worauf ich mich, dem Eingangs Gesagten gemäß, beschränke) und immer bezogen auf andere Stellen des Limbus zu haben, welches, um es nochmals hervorzuheben, also der eigentliche Zweck des „Multiplicationskreises" ist, geht man sodann ferner folgendergestalt zu Werke.

Ohne das Fernrohr zu berühren (seine Stelle auf dem Limbus zu ändern), kehrt man den Limbus (Fig. 4.) wieder gegen Osten („Face à l'Est"), wie er ursprünglich stand, wobei das Fernrohr nun aber die Richtung A'L (links) hat. Führte man dasselbe, den Limbus fest stehend lassend, in dieser Richtung auf das Object (das Gestirn) S zurück, so würde man wieder zum Ausgangspuncte A gelangen und den bis hierher erlangten Bogen A'A zerstören; man läßt also vielmehr das Rohr fest und drehet, eben wie Eingangs vorgeschrieben worden, mit demselben den ganzen Limbus so lange vertical um C, bis daß S (Fig. 5.) wieder dem Durchschnittspuncte der Kreuzfäden entspricht, also in der Richtung A'S gesehen wird, und der Ausgangs- (der Null-) Punct A um den Bogen A'A (offenbar = A'' A') nach A hinabgetreten ist. Solchergestalt befindet man sich, jedoch eben mit dem Unterschiede, daß jetzt der Endpunct A' des schon erlangten Bogens die Stelle von A einnimmt, in demselben Verhältnisse, wie zu Anfange der ganzen Operation, und indem man nun auch völlig wieder in derselben Art verfährt, wobei das Fernrohr also nach A'' kömmt, so erlangt man den ganzen Bogen A (0) A' A'' (= — Fig. 3. — 2 AA' = 4 AZ), d. h. die vierfache, immer auf andere Limbusstellen bezogene Zenith-Entfernung AZ, woraus sie selbst, als das Gesuchte, demnach mittelst Division durch 4 folgt. — Etwas weiteres eigenes Nachdenken über die Sache, welches ich meinen Lesern anheim gebe, wird Sie überzeugen, daß sich in ähnlicher Weise nicht weniger auch der sechsfache u. s. w. Bogen erlangen läßt; ich selbst gehe, bevorwortetermaßen, nicht weiter, da der „Multiplicationskreis," wie gesagt und aus den angeführten Gründen, jetzt von seiner früheren Wichtigkeit verloren hat, und vielmehr (vergl. oben), abgesehen von diesem Principe der Multiplication, nur noch als „Höhenkreis" für Messung in andern Scheitelkreisen als dem Meridian, auf welchen letzteren der „Meridiankreis" (s. d. A.) beschränkt ist, mit Erfolge angewendet wird.

Wer indeß mehreres Detail über das sinnreiche „Princip der Multiplication bei Winkelmessungen vermittelst eines ganzen Kreises" zu vergleichen wünscht, den verweise ich zunächst wieder auf die oben citirte Stelle bei Biot. Am meisten ist der „Mul-

* In meiner Figur steht bloß „Osten," „Westen;" der schon oben citirte Französische Astronom Biot, welchen ich hier benutzt habe, setzt verständlichender hinzu: „*Face* à l'Est," „*Face* à l'Ouest."

tiplicationskreis“ ſodann bei der großen Franzöſiſchen Gradmeſſung (vergl. d. A. Erde, S. 358) angewendet, und demgemäß mit aller Ausführlichkeit in dem über dieſe Unternehmung vom Franzöſiſchen Aſtronomen Delambre (geſtorben zu Paris 1822) erſtatteten Berichte: „Base du *Système métrique*.“* Paris 1806—14. 3 B. 4., beſchrieben worden, mit welcher Notiz ich den Artikel beſchließe.

Muſſons. Stätige Winde, von welchen ich beſſer im Art. Paſſatwinde handle.

* „Système *métrique?*“ Die Meſſung hatte nämlich (vergl. l. c.) den angeblichen Zweck der genauen Längenbeſtimmung des „*Mètre*“.

N.

Nacht, Nox; *Nuit.* Die Zeit, binnen welcher die Sonne unter dem Horizonte verweilt, oder die Zeit zwiſchen dem Untergange und dem nächſtfolgenden Aufgange der Sonne (ihres Mittelpunctes). Dieſe Zeit, die Länge der Nächte, iſt, der Natur des Vorganges gemäß, verſchieden, und richtet ſich nach dem, von einem Tage zum andern veränderlichen Stande der Sonne, und nach der geographiſchen Breite (oder Polhöhe, vergl. beide Art.) des Beobachters.*

Im Art. Aſcenſional-Differenz, auf welchen ich mich durchaus beziehen muß, und welchen ich daher erſt zu vergleichen bitte, iſt gezeigt worden, daß

halbe Taglänge (in Sonnenzeit) = (90° + ** Aſc.-Diff.*** der Sonne) in Sternzeit;

und da Tag und „Nacht“ zuſammen ſtets 24 Stunden, alſo die halbe Taglänge und die halbe Nachtlänge zuſammen ſtets 12 Stunden, Sonnenzeit, ausmachen: ſo folgt, daß die halbe Taglänge, abgezogen von 12 Stunden oder von 180° in Sternzeit (vgl. hinten), die halbe Nachtlänge übrig läßt.

* Die Sonne beſchreibt, wenn nicht den Aequator ſelbſt, alltäglich einen andern Parallelkreis deſſelben; und dieſe Parallelkreiſe werden vom Horizonte des Beobachters in um ſo ungleichere (Tag- und „Nacht“-) Hälften getheilt, je näher ſich Letzterer dem Pole zu findet: alſo beſtimmen der „Sonnenſtand“ und die „Polhöhe des Beobachters“ die „Nachtlänge“ des entſprechenden Ortes.

** Es könnte auffallen, daß hier bloß das + Zeichen ſteht, allein da im citirten Artikel zugleich ſin Aſcenſ.-Diff. = $\frac{\text{tang Abw.}}{\text{tang Aeq.-Höhe}}$ gefunden worden, ſüdliche Abweichungen aber ſchon negativ ſind, ſo ergibt ſich dieß zweite Zeichen von ſelbſt.

*** Ich muß hier doch erſt an den Begriff der „Aſcenſional-Differenz,“ obwohl ich ſchon auf den beſondern Art. verwieſen habe, erinnern, da ohne deſſen deutlichſte Erkenntniß die ganze Betrachtung unfruchtbar bleibt. Stellen wir uns alſo bei Vergleichung dieſes Artikels zunächſt einen Beobachter im Aequator ſelbſt vor („Sphaera *recta*“), ſo halbirt deſſen Horizont ſämmtliche Parallelkreiſe; der Horizont eines andern, den Polen, z. B. dem Nordpole, näher ſtehenden Beobachters („Sphaera *obliqua*“) ſodann, macht aber mit jenem (Aequators-) Horizonte (eben am Aequator) einen Winkel; — und, die durch dieſen Winkel beſtimmten, zwiſchen den beiden Horizonten enthaltenen Stücke der Parallelkreiſe ſind die „Aſcenſional- (oder Deſcenſional-) Differenzen.“ Dem Aequator geht die Sonne ſtets um 6 Uhr (Morgens auf, und um 6 Uhr) Abends unter: ſeine halbe „Nacht“ (bis zur untern Meridianhälfte; bis Mitternacht, 12 Uhr) dauert ſtets 6 Stunden; jedem andern (dem Pole, wie geſagt, näheren) Beobachter dauert ſie dagegen, nachdem die Abweichung der Sonne nördlich oder ſüdlich iſt, kürzer oder länger; — und dieſe Differenz iſt die „Aſcenſional“- (oder „Deſcenſional“-) Differenz.

Mithin ist:

halbe Nachtlänge in Sonnenzeit = (90° — Ascens.-Diff.) in Sternzeit,

(wo, wegen des bloßen Minuszeichens, die voraufgehende Anmerkung zu vergleichen steht). Dieß will also sagen: Verwandle den Bogen (90° — Asc.-Diff.), 15° auf die Stunde rechnend, wie es die Reduction auf Sternzeit fordert, in letztere, so hast du, mit Bezug auf die zugleich fortgehende Eigenbewegung der Sonne, die halbe Nachtlänge doch in Sonnenzeit.* Und da wir im bürgerlichen Leben die Stunden von Mitternacht, d. h. also von der Hälfte der Nacht zu zählen anfangen, so gibt die halbe Nachtlänge zugleich die Stunde des Aufgangs. Unter dem Aequator der Erde, wo die Polhöhe = 0, also auch die Ascensional-Differenz = 0 ist, wird die halbe Nachtlänge (vergl. die voraufgehende Anmerkung) jederzeit = 6 Stunden; es sind also daselbst alle (ganze) Nächte 12 Stunden lang, und den Tagen somit an Dauer gleich.

Zwischen dem Aequator und den Polen dagegen ist die Nachtlänge (vergl. vorn) von einem Orte (bei jeder Breitenveränderung) und von einem Tage zum andern, auch eine andere. Nur zweimal im Jahre, nämlich wenn die Sonne im Aequator steht, und ihre Abweichung, mithin auch die Ascensional-Differenz also = 0, ist, wird die „Nacht"länge allüberall 12 Stunden, und demnach der Taglänge gleich; und dieß erfolgt (vgl. Nachtgleichen) um den 20. März und 23. Septbr. So lange die Sonne eine nördliche Abweichung hat, ist die Ascensionaldifferenz für Orte in der nördlichen Halbkugel positiv, mithin die Nacht (s. vorn) dort kürzer* als 12

* Die Leser könnten hierbei Anstand finden, und ich will daher, wiewohl die eigentliche Aufklärung erst in den A. A. Sonnen- und Sternzeit, wohin ich also zugleich verweise, gegeben werden kann, doch gleich noch ein Wort hinzufügen.

Die Sonne (ihr Mittelpunct) stehe eben mit einem Sterne im Meridian zusammen; beide sollen, zu noch mehrerer Erleichterung der Vorstellung, an diesem Tage zugleich gemeinschaftlich den Aequator beschreiben, so ist der Stern (der täglichen Bewegung gemäß) nach 1 Stunde Sternzeit, genau 15 Grad westlich, vom Meridian: er hat dann einen Bogen (des Aequators) von 15° zurückgelegt. Nicht ganz vollkommen so ebenfalls die Sonne, welche indeß, mit ihrer Eigenbewegung, zugleich in entgegengesetzter Richtung etwas vom Sterne weggerückt ist, und also auch etwas längere Zeit, nämlich 1 Sonnenstunde zum selbigen Bogen gebraucht. Aber es ist hiernach offenbar, daß man diesen Bogen doch auf Sternzeit zu reduciren, und letztere sodann nur geradehin für wahre Sonnenzeit zu nehmen hat. Das Fortrücken der Sonne mit Eigenbewegung in jedem Zeitraume bringt gerade so viel Wirkung auf die entsprechende Zeit hervor, daß für die, den betreffenden Bogen ausdrückende Sternzeit eben so viel wahre Sonnenzeit kömmt; — und dieß ist, wie ich zugleich hervorhebe, der eigentliche Charakter des Unterschiedes zwischen den beiden Arten von Zeit. Stände die Sonne z. B., wie mir der Fall eben vorliegt, 45° 15′ westlich vom Meridian, und würde gefragt, wie viel wahre Sonnenzeit demgemäß zugleich sey; so hätte man diese 45° 15′ nach der gewöhnlichen Reductionstafel nur geradezu in Sternzeit zu verwandeln; macht

45° . . . . . 3 St. — —,
und 15′ . . . . „ 1 Minute,

also . . . . . 3 St. 1 Minute

Sternzeit, und diese Zeit für wahre Sonnenzeit zu nehmen. Dieß heißt: wenn die Sonne 45° 15′ westlich vom Meridian steht, so ist Nachmittag 3 Uhr 1 Minute wahre Sonnenzeit: die Sonnen-Uhr zeigt dann soviel: die Sonne hat, mit Inbegriffe ihrer gleichzeitigen Eigenbewegung nach Osten, 3 Stunden 1 Minute Sonnenzeit gebraucht, um 45° 15′ (Tagbogen) vom Meridian wegzurücken.

* Die Gleichung war:

Halbe Nachtlänge = 90° — Ascensional-Differenz; — bleibt aber, wie ich erinnern darf, — demgemäß die As-

Stunden; für Orte der südlichen Halbkugel hingegen tritt dieser Fall bei südlicher Abweichung ein.

Die längsten und kürzesten Nächte fallen bekanntlich in die Zeit der Sonnenwenden, um den 21sten December und 21sten Juni, wo die Abweichung ein Größtes, und der Schiefe der Ekliptik (von $23\frac{1}{2}°$) gleich wird. Alsdann ist (vergl. d. A.)

sin Ascens.-Diff. = tang . $23\frac{1}{2}°$ * . tang Polhöhe;

und für Leipzig z. B. kommt danach die längste „Nacht" (21. December) 16 St. 22′ 45″, die kürzeste Nacht (21. Juni) 7 St. 37′ 15″ (vergl. wieder Ascensional-Differenz, S. 52, bei welcher Vergleichung zugleich erhellen wird, weßhalb die längste und kürzeste Nacht zusammen gerade 24 Stunden betragen). Unter den Polarkreisen, wo die Polhöhe das Complement der Schiefe der Ekliptik (als des dortigen Horizonts) wird, ist daher für diese Tage der Sonnenwenden:

sin Asc.-Diff. = tang . $23\frac{1}{2}°$. cot. $23\frac{1}{2}° = 1$,**

mithin die Asc.-Diff. = 90°, und die längste Nacht = 24 Stunden, die kürzeste = 0, welches sagen will, daß man daselbst Einmal im Jahr eine Nacht von 24 Stunden, da die Sonne also gar nicht aufgeht (gar nicht über den Horizont tritt), und einen Tag von 24 Stunden hat (an welchem die Sonne gar nicht unter den Horizont sinkt).*

Für die Orte der kalten Zonen dauert diese beständige Nacht desto länger, je näher die Orte den Polen liegen; die Nacht fängt für jeden der Orte an, wenn die (entgegengesetzte) Abweichung der Sonne dem Complemente der Polhöhe gleich wird,** und währt bis zur Sonnenwende und ferner, bis die nun abnehmende Abweichung wieder dieselbe Größe erlangt hat: einem Orte unter 70° nördliche Breite (Polhöhe) z. B. fängt die „beständige Nacht" an, wenn die Sonne 20° (20 + 70 = 90) südliche Abweichung bekommt (21sten Novbr.), und dauert bis zur Winter-Sonnenwende (21sten Decbr.) und ferner (über den 21sten Decbr. hinaus), bis die Sonne beim nunmehrigen Wieder-Aufsteigen abermals dieselbe südliche Abweichung von 20° erreicht (20sten Januar).

Endlich aber fängt unter den Polen selbst, und wo die „Polhöhe" also = 90° ist, die „beständige Nacht" schon mit der Abweichung = 0, mit dem Eintritte der Sonne in den Aequator, d. h. mit der Nachtgleiche, und der dabei nun anhebenden respectiven entgegengesetzten Abweichung an und endiget erst mit der folgenden Nachtgleiche; diese beständige Polarnacht dauert also ein völliges Halbjahr, für den Nordpol vom 22sten Septbr. bis 20sten März, für den Südpol vom 20sten März bis 22sten September.

censional-Differenz also doch subtractiv, und die „halbe Nachtlänge" um ihren Betrag kürzer ist.

* Diese Formel ist nicht auf den Planeten Erde eingeschränkt; sie gilt (eine Bemerkung, von der ich mich nicht erinnere, sie schon anderswo gefunden zu haben) z. B. eben so für den Planeten Mars (vergl. d. A. S. 76.), nur daß die dortige „Schiefe der Ekliptik" (der Winkel des Marsäquators mit der Ebene der Marsbahn um die Sonne) einige Grad mehr beträgt. — Von einigen andern der, mit bloßer Beziehung auf die Erde, vorangeführten Umstände läßt sich, wie man leicht selbst finden wird, eine ähnliche Anwendung auf die übrigen Planeten machen.

** Für Leser, denen der Ausdruck nicht gleich gegenwärtig wäre: $\text{tang} = \frac{\sin}{\cos}$, und cotang (desselben Bogens) $= \frac{\cos}{\sin}$, also $\text{tang} \cdot \text{cot} = \frac{\sin}{\cos} \cdot \frac{\cos}{\sin} = 1$.

* Da wir die Ekliptik: die Sonnenbahn, als den Horizont der Polarkreise bezeichnet haben, so erhellt der Umstand durch bloße Beziehung darauf, auch ohne die Formel. — Derselbe gilt übrigens auch wieder nicht weniger z. B. für den Planeten Mars.

** D. h. wenn der Parallelkreis, welchen die Sonne am betreffenden Tage beschreibt, den Horizont des Ortes nur eben noch berührt.

In dieser Art findet man aber die Dauer der „Nacht“ für die verschiedenen Himmelsstriche (und zwar, um es nochmals hervorzuheben, nicht blos mit Beziehung auf unseren, sondern auch auf andere Planeten, namentlich wieder den Mars) freilich nur, wenn man die Sache rein aus dem streng mathematisch-astronomischen Gesichtspuncte betrachtet und alle anderen dießfallsigen Einflüsse aus den Augen setzt. Allein dergleichen Einflüsse sind viele vorhanden: die scheinbare Größe der Sonnenscheibe, welche veranlaßt, daß die obere Hälfte dieses Gestirns später unter- und eher aufgeht, als der Mittelpunct, und die Strahlenbrechung (vergl. d. Art.), wodurch das Bild der Sonne nach dem Untergange noch über dem Horizonte erhalten und schon vor dem Aufgange darüber erhoben wird, wenn gleich die Scheibe selbst darunter steht, vermindern die Dauer der Nächte; — und versteht man endlich unter „Nacht“ nur diejenige Zeit, während welcher gar kein Licht der Sonne zu uns gelangt, so wird die Dauer dieser Zeit noch sehr beträchtlich durch die Dämmerung verkürzt, — ja es gibt, wie in diesem eigenen Artikel besonders S. 221 nachgewiesen ist, auch außer den, in dieser Rücksicht eben erwähnten kalten Zonen schon in unsern Ländern Zeiten, wo es in diesem Sinne des Wortes gar nicht „Nacht“ wird, d. h. wo die Dämmerung die ganze Nacht hindurch währt. Der gedachte Artikel, auf welchen ich schließlich nochmals verweise, setzt die Umstände gründlich auseinander.

Nachtbogen; Arcus nocturnus; *Arc nocturne.* Der „Nachtbogen“ eines Gestirns ist derjenige Theil des Parallelkreises dieses Gestirns, welcher unter dem Horizonte des Beobachters liegt, dergestalt, daß dieß Gestirn während dessen Durchlaufung dem Beobachter also unsichtbar ist. Jedes Gestirn (nur nicht die Circumpolarsterne — vergl. d. Art. — welche diesen besondern Namen eben deßhalb führen, weil sie allerwärts stets über dem Horizonte bleiben, und demnach auch keinen „Nachtbogen“ haben) gehen im Morgen auf (steigen über den Morgenhorizont herauf), beschreiben ihren Tagbogen (vergl. d. A.) und sinken dann unter den Abendhorizont hinab, um nun den „Nachtbogen“ zurückzulegen und hiernächst am folgenden Morgen wieder ebenso hervorzutreten. Der ganze, also aus dem Tag- und „Nachtbogen“ bestehende Parallel- (Tag-) Kreis* des Gestirns wird dabei vom respectiven Horizonte um so schiefer, in um so ungleichere Hälften, durchschnitten, je näher der Beobachter dem betreffenden Pole steht; nur wenn Gestirne den Aequator selbst beschreiben, ist ihr „Nacht-“ dem Tagbogen überall gleich, weil jeder Horizont, als größter Kreis, den Aequator, als andern größten Kreis, halbirt.** Der „Nacht-“ Bogen der Sonne im besondern bestimmt zugleich die Länge der Nacht, zu deren Berechnung in diesem vorangehenden Artikel Anweisung gegeben ist.

Nachtgleichen, „Puncte“ der Nachtgleichen; s. Aequinoctialpuncte, gleichwie die eigenen Art. Frühlings- und Herbstpunct, und besonders auch noch den Schluß des unmittelbar folgenden Artikels:

Nachtgleiche, nämlich Zeit der Nachtgleiche; Aequinoctium; *Équinoxe.* „Nachtgleiche“ heißt eigentlich der Augenblick, in welchem der Mittelpunct der Sonne beim jährlichen Himmels-Umlaufe in den Aequator kommt; die Sonne, deren scheinbare Bewegung hier wieder der wirklichen Bewegung der Erde substituirt wird, beschreibt dabei nämlich den „schiefen,“ eben den Aequator in den beiden „Nachtgleichenpuncten“ durchschneidenden Kreis der Ekliptik (s. d. A.), und jener Augenblick des Eintrittes ihres Mittelpunctes in den einen oder den andern dieser Durchschnittspuncte ist also

* Ich bitte, zwischen „Tag“kreis und „Tag“-bogen (vergl. beide A. A.) wohl zu unterscheiden: der „Tag“-(der ganze, der tägliche, Parallel-) Kreis wird durch den Horizont in den „Tag“- und „Nacht“-bogen gespalten.

** Nur der Horizont der beiden Polpuncte („Sphaera *parallela*“), um ganz streng zu seyn, wird der Aequator selbst: beide Kreise, statt sich noch zu schneiden, fallen jetzt zusammen.

die „Zeit der Nachtgleiche.“ In demselben Augenblicke verläßt derselbe, der ununterbrochenen Bewegung der Sonne im „schiefen Kreise“ wegen, den Aequator aber auch schon wieder, und die „Zeit der Nachtgleiche“ ist also in der That eigentlich auf diesen Augenblick beschränkt.

Weil jedoch der Lauf der Sonne nur langsam vor sich geht, so kann man annehmen, sie stehe zu dieser Zeit den ganzen betreffenden Tag hindurch im Aequator. Unter dieser Voraussetzung wird letzterer für diesen Tag ihr Tagbogen* seyn; und da derselbe, als ein größter Kreis der Sphäre, von allen Horizonten als nicht weniger größten Kreisen halbirt wird, so ist die Sonne an den, den bezeichneten beiden „Nachtgleichen“ entsprechenden beiden Tagen 12 Stunden über und eben so viele Stunden unter jedwedem Horizonte,** mithin Tag und Nacht alsdann überall gleich lang, daher diese beiden Tage eben die Tage der Nachtgleichen (Dies aequinoctii s. aequinoctiales; *Jours d'Équinoxe*) heißen. Dieselben fallen (unserer Kalender- [vergl. d. A. S. 849] Einrichtung gemäß) um den 20ten*** März und 23ten Septbr. (von welchen Daten sich der Eintritt der Nachtgleichen, eben jener Einrichtung gemäß, jedoch nie mehr weit entfernen kann): jener ist für unsere (die nördliche) Halbkugel der Tag der Frühlings-, dieser der Tag der Herbst-Nachtgleiche, in welchen beiden besondern Art. noch ausführlicher über diesen Gegenstand gehandelt wird.

In dem ersteren derselben und dem damit verbundenen Vortrage über Frühlingspunct, S. 586, habe ich, um jetzt weiter zu gehen, gezeigt, wie die Lage der, angeführtermaßen, durch weiter Nichts als den Eintritt des Sonnencentrums in den Aequator bezeichneten Nachtgleichenpuncten, namentlich jenes Frühlingspunctes, und folglich die „Nachtgleichen zeit“ gefunden wird; da die Gestirne im Aequator selbst keine Abweichung haben, so folgte diese Zeit aus der Zeit einer solchen Beobachtung der Sonne, zu welcher dieß Gestirn keine Abweichung zeigte (ich komme hinten noch in einer andern Beziehung hierauf zurück). Nun heißt bekanntlich der Zeitraum, der zwischen einer Nachtgleiche und dem nächstfolgenden Wiedereintritte derselben (man hat die Zeit von einer Frühlings-„Nachtgleiche“ zur nächstfolgenden gewählt), ein tropisches Sonnen-Jahr (vergl. d. Art. S. 798 flgd.), worauf durch Einschaltungen unser Kalenderjahr gebaut, und welches daher von der alleräußersten Wichtigkeit für uns ist; und ich muß deßwegen hier die Ableitung der Jahresdauer aus dergleichen Nachtgleichen-Beobachtungen etwas genauer nachweisen, wozu wir uns begnügen wollen, das laufende Jahrhundert zu wählen. Die Frühlingsnachtgleiche wurde aber in demselben nach der l. c. angedeuteten Art beobachtet*:

* Man muß sich zur augenblicklichen Versinnlichung hiervon, nur die, mit der Jahres- (Bahn-) Bewegung im „schiefen Kreise der Ekliptik“ fortrückende, zugleich aber mit der Tag- (mit der allgemeinen Himmels-) Drehung „Tagbogen“ beschreibende Sonne recht deutlich vorstellen.

** Für „Sphaera *parallela*,“ streng genommen, nicht: dort beschreibt die Sonne, bei der obigen Voraussetzung, dem einen Pole nun auf-, dem andern absteigend, an den Nachtgleichentagen den ganzen Horizont.

*** Die Leser finden zuweilen den 20ten, zuweilen den 21ten gesagt: das vorangehende „um“ könnte dieß erklären; man muß aber zugleich daran denken, daß der bürgerliche Tag mit der Mitternacht, der astronomische dagegen erst mit dem folgenden Mittage anhebt, und man also, mit Bezug auf den einen so, mit Bezug auf den andern, anders sprechen kann.

* Wenn nicht unmittelbar beobachtet, auf die l. c. (Frühlingspunct, S. 586.) gelehrte Weise aus mehreren Beobachtungen abgeleitet.

1840.	20. März.	1h	34′	13″	mittlere Berliner (aſtron.) Zeit.		
1841.	—	7	13	28	Zeitunterſchied :	365 T. 5h	39′.
1842.	—	12	59	37	—	365	5	46.
1843.	—	18	50	49	—	365	5	51.
1844.	—	0	39	40	—	365	5	49.
Addirt man dieß						„	23h	5′,
und nimmt davon das arithmetiſche Mittel, ſo findet man ſchon durch Vergleichung bloß dieſer 4 „Nachtgleichen“ die (ſ. gleich unten) Durchſchnittsdauer des tropiſchen Jahres = ...						365 T. 5h	46¼′,
deſſen genauere Länge wir (Jahr, S. 799) . . .						365	5	48′
ermittelt hatten, ſo daß der Unterſchied nur noch etwann								1¾′

beträgt, und man begreift darnach, welches auch die eigentliche Abſicht dieſer Auseinanderſetzung ausmacht, wie letztere Beſtimmung, bei der man bis zu den älteſten „Nachtgleichen“-Beobachtungen zurückgegangen iſt, einen ſo genauen und, angeführtermaßen, unſerer ganzen Kalenderrechnung zu Grunde liegenden Mittelwerth des tropiſchen Jahres hat ergeben können.

Man könnte hierbei noch nach den Gründen der ſich oben zeigenden kleinen Zeitverſchiedenheiten zwiſchen den Einzeljahren unter einander und der daher rührenden Nothwendigkeit eines „Durchſchnittes,“ weßhalb oben hierher verwieſen iſt, fragen; dieſe Gründe ſind beſonders doppelter Art: die Ungleichmäßigkeit des Vorrückens der Nachtgleichen und die Perturbationen. Dieſe letzteren (vergl. d. Art.) zunächſt beſchleunigen oder verzögern den Lauf der Sonne (Erde) in ihrer Bahn bald mehr, bald weniger, und veranlaſſen dadurch, daß die Nachtgleichen auch bald etwas früher, bald etwas ſpäter erreicht werden (fallen), welches die Jahresdauer natürlich afficirt. Außerdem aber haben ferner die „Nachtgleichenpuncte“ keine feſte Lage auf der Ekliptik: ſie bewegen ſich vielmehr, wie im zweiten der genannten Artikel näher gezeigt werden wird, dergeſtalt, als wenn der ſie, angeführtermaßen, vermittelſt ſeines Durchſchnittes mit jener bildende Aequator auf ihr fortrücke; und zwar iſt dieſe Bewegung (vergl. Gleichung der Nachtgleichenpuncte) nicht in allen Jahren gleich groß, ſo daß die letzteren rückſichtlich ihrer Dauer unter einander auch dadurch etwas ungleich werden müſſen; — und dieß führt mich nun zu derjenigen „andern Beziehung,“ in welcher ich vorn verſprochen hatte, die Sache jetzt noch zu betrachten, und bei welcher ich außerdem eine hier nicht unpaßliche Emendation des unmittelbar verwandten Art. Aequinoctialpuncte anbringen kann.

Statt nämlich, wie wir uns vorn begnügt hatten, die „Nachtgleichen“ unmittelbar und in der alleinigen Abſicht der Beſtimmung der Jahresdauer bloß aus den Momenten, zu denen ſich die Abweichung der Sonne eben = 0 zeigt, zu folgern, iſt, beſonders auch wegen der übrigen Anwendung der Aequinoctialpuncte* (ſ. d. A.), im Vortrage über Fundamentalſterne eine andere Methode dazu „durch mittelbare Vergleichung der Sonne mit einem Fixſterne und Ableitung des daraus folgenden Abſtandes dieſes Sterns von der (Frühlings-) Nachtgleiche“ (ſeine Länge) gelehrt worden; denn man begreift ſogleich, daß dann dieſer Fixſtern, nach Hinzurechnung jenes ſeines, alſo bekannten Abſtandes von (dem Puncte) der Nachtgleiche, die Stelle derſelben bei ihren angedeuteten andern Anwendungen vertreten kann. Dieß iſt aber nach dem von der Bewegung der letzteren eben Angeführten natürlich auch nur von einer beſtimmten Zeit wahr, nach welcher ſich, eben wegen dieſer Bewegung, der Abſtand ändert, dergeſtalt, daß man demſelben für jeden andern Augenblick den Betrag der inzwiſchen Statt gefundenen

* An dieſe Anwendung des Aequinoctialpunctes, als Anfangszählpunct der geraden Aufſteigung, und der Länge, kann ich aus dem betreffenden beſondern Art. hier natürlich nur im Allgemeinen erinnern.

„Vorrückung der Nachtgleiche“ hinzurechnen muß. Hierauf beruhet nun der Begriff „mittlere Nachtgleiche“ (mittleres Aequinoctium), welchen Ausdruck meine Leser oft in neueren astronomischen Werken * finden, und deſſen Erklärung zur Ergänzung des Artikels Aequinoctialpuncte ich, wie geſagt, hier eigentlich bezwecke.

Man kenne nämlich einen ſolchen, durch die angedeutete Operation haarſcharf beſtimmten (wahren) Abſtand eines Fix- (eines „Fundamental-“ oder „Vergleichs-“) Sterns von der Nachtgleiche für einen gewiſſen Zeitpunct, z. B. den 1ſten Januar des laufenden Jahrhunderts, ſo würde man, um ihn für jeden folgenden Zeitpunct immer gleich ſcharf zu haben, auch die inzwiſchen wirklich Statt gefundene, angeführtermaßen, veränderliche „Vorrückung“ hinzurechnen müſſen. Da dieß aber, wie man von ſelbſt einſieht, Schwierigkeiten hat, und da der Unterſchied überdieß nicht groß iſt, ſo begnügt man ſich mit Hinzurechnung eines Mittelwerthes der „Vorrückung,“ und erhält dieſergeſtalt alſo auch ein „mittleres Aequinoctium“ für den neuen Zeitpunct, wie ich den Begriff hier eben aufklären wollte.

Nehmen wir, um dieß mit weiterer Benützung unſeres obigen Beiſpieles noch mehr zu erläutern, an, man habe an jenem 1ſten Januar 1800 den öſtlichen Abſtand des Fixſterns vom Frühlings-Aequinoctium auf der Ekliptik (ſeine „Länge“) ganz genau = 15°, und damit alſo, umgekehrt, die hier eigentlich in Rede ſtehende augenblickliche wahre Lage des Frühlingspunctes auf der Ekliptik = 15° weſtlich vom Sterne gefunden, und wolle dieſe Lage demnächſt für den 1ſten Januar des folgenden Jahres 1801 haben, ſo begnügt man ſich, jenen 15 Graden weſtlichen Abſtandes des Aequinoctialpunctes vom Sterne für 1800 die mittlere „Vorrückung“ auf 1 Jahr mit (Gleichung der Nachtgleichen, S. 651) 50″ hinzuzurechnen, und nennt demnächſt die ſo beſtimmte Lage des Aequinoctialpunctes das mittlere Aequinoctium für (1. Januar) 1801.

Soll dann die Länge eines andern Geſtirns für die nämliche Zeit beſtimmt werden, ſo mißt (beſtimmt) * man ſeinen Längen-Abſtand vom obigen „Vergleichs-“ („Fundamental-“) Stern, und rechnet dieſem eben gemeſſenen Abſtande die Länge des Vergleichsſternes ſelbſt (die obigen 15° 50″ weſtlicher Entfernung des Aequinoctialpunctes vom Vergleichsſterne) hinzu: die Summe gibt ſodann die geſuchte Länge mit Bezug auf das „mittlere Aequinoctium“ („M. A.“) 1801. — Deutlicher weiß ich nicht zu ſeyn, und beſchließe mit dieſer Auseinanderſetzung ** den gegenwärtigen Artikel.

* Die gelehrte Aſtronomie begnügt ſich dann „M. A.“ zu zeichnen, ohne die hier von mir beigebrachte Erläuterung erſt beſonders nothwendig zu finden.

* Ich füge dieß „beſtimmt“ (leitet ab) hinzu, weil man, wie wir wiſſen, die „Längen“ jetzt nicht gern mehr unmittelbar mißt, ſondern vielmehr aus den beobachteten geraden Aufſteigungen, von denen auch im citirten Art. „Fundamentalſterne“ zunächſt nur die Rede iſt (in Verbindung mit den „Abweichungen“) berechnet.

** Da ſich dieſelbe, ſoviel ich weiß, noch in keinem andern aſtronomiſchen Werke vorfindet, ſo verbinde ich wohl einige, mit dem Gegenſtande, wie ich ausdrücklich vorausſetze, ſchon vertrauetere Leſer, wenn ich doch hinzufüge, wie ſich ein gelehrter Freund über die Sache ausdrückt:

„Ich unterſcheide,“ ſchreibt mir derſelbe aber, „die verſchiedenen Aequinoctien folgendermaßen: Habe ich ein unbekanntes Wandelgeſtirn, z. B. einen Kometen, dreimal beobachtet, und will ich nun die Bahn aus dieſen Beobachtungen ableiten, ſo reducire ich die benützten Vergleichsſterne entweder auf den Anfang des Jahres oder auf einen andern beliebigen Tag des Jahres, blos hinſichtlich der allgemeinen oder mittlern Präceſſion; und die Elemente: ☊ und Länge des Perihels, gelten dann für das mittlere Aequinoctium der angenommenen Epoche. Habe ich aber dabei noch die Nutation berückſichtigt, ſo nenne ich es das wahre, und habe ich endlich auch die aberratio fixarum angebracht, das ſcheinbare Aequinoctium.“ *

Nachtgleichen, Vorrücken derselben, s. Vorrücken.

Nadir, Fußpunct; Nadir; *Nadir.* Diesen ursprünglich Arabischen Namen gibt man in der Astronomie dem, dem Zenith (Scheitelpuncte) des Beobachters diametral entgegengesetzten Puncte des dabei von strenger Kugelform angenommenen Erdkörpers, oder der concentrischen, scheinbaren Himmelskugel: die durch die Erdkugel hiedurch verlängerte Scheitellinie (der dieselbe repräsentirende und also das Centrum treffende Erd-Radius) bezeichnet den „Fußpunct" in der unsichtbaren (durch den Horizont abgeschnittenen) Hälfte der Erd- oder Himmelskugel: dem Beobachter z. B. unter dem Nordpole, und welchem letzterer das Zenith ist, bildet der entgegengesetzte: der Südpol, das Nadir; das Nadir des Beobachters ist hier das Zenith seines Gegenfüßlers, — und dem würde, wie gesagt und wie man auch leicht einsieht, überall so seyn, wenn der Erdkörper die oben vorausgesetzte vollkommene Kugelgestalt hätte. Seine Abplattung (vergl. d. Art.), d. h. seine Abweichung von der reinen Kugelgestalt, veranlaßt dagegen natürlich, daß der angeführte Satz außer für die beiden Pole, streng nur noch für den Aequator wahr ist. Bei der Geringfügigkeit jener Abweichung deute ich dieß jedoch bloß an; — und es ist auch außerdem über „Nadir" nur noch zu bemerken, daß jeder Punct der Erdoberfläche, gleichwie sein eigenes Zenith, und seinen eigenen Horizont, also auch sein eigenes „Nadir" hat, und daß jede Veränderung des Orts auf der Erde daher von einer verhältnißmäßigen Veränderung des „Nadirs" begleitet ist.

Natur; Natura; *Nature.* Dieses Wort bedeutet im allgemeinsten und weitläuftigsten Verstande den Inbegriff aller Eigenschaften der Körper (der Dinge), also auch der Himmelskörper, in welchem Sinne wir uns oft solcher Ausdrücke bedient haben, wie z. B.: „die Natur (Naturbeschaffenheit) dieses oder jenes andern Planeten sey von der Naturbeschaffenheit unserer Erde in der und der Art verschieden, in anderer Art aber mit letzterer übereinstimmend u. s. w." Nur hinsichtlich dieser astronomischen Anwendung darf aber der Ausdruck hier auch Aufführung und Erklärung finden.

Naturbegebenheiten, s. Phänomene.

Naturgeschichte; Historia naturalis; *Histoire naturelle.* Diesen Namen führt diejenige Wissenschaft, welche uns die natürlichen Körper zunächst auf dem Planeten Erde in angemessener Ordnung kennen lehrt: die historische Kenntniß der sinnlichen Gegenstände auf diesem Planeten. Mit demselben Rechte findet der Ausdruck aber offenbar Anwendung auch auf die übrigen Planeten (oder vielmehr Weltkörper überhaupt); und die dießfallsigen Andeutungen, welche wir z. B. mit Bezug auf den Jupiter, den Erdmond u. s. w. gemacht haben, könnten unter der Benennung einer planetarischen „Naturgeschichte" zusammen begriffen werden, aus welcher astronomischen Rücksicht der Artikel hier also Aufführung finden mußte. — Vielleicht erwirbt die Astronomie auf diesem Gebiete einst noch Stoff genug, um ein eigenes Werk solcher* „planetarischen Naturgeschichte" geben zu können.

Naturgesetze; Leges naturae; *Loix de la nature.* Mit dem Namen der „Naturgesetze belegt man gewisse, aus der Naturbeobachtung abstrahirte allgemeine Regeln, nach welchen sich diese oder jene Wirkungen und Veränderungen in der Körperwelt zutragen. Die allgemeine Darstellung dieser „Naturgesetze," wie sie von der Naturlehre (irdischen Physik) ausgeführt wird, muß unter dem astronomischen Gesichtspuncte auf die Betrachtung der „Himmelsgesetze" eingeschränkt bleiben, unter welchem Gesichtspuncte sich das hierher Gehörige darüber besonders in unseren beiden Art. Gra-

* Kant's bekannte (und vortreffliche) „Allgemeine Naturgeschichte des Himmels" (4te Aufl. Zeitz. 1808. gr. 8.) ist keine „Naturgeschichte" im obigen Sinne, sondern handelt „von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newton'schen Grundsätzen." — Der H. Verfasser nimmt das Wort in einer weiteren Bedeutung.

vitation und Himmelsmechanik abgehandelt findet.

Naturlehre, s. Physik und Physisch, wo sich namentlich auch der Begriff der „physischen" Astronomie näher erläutert findet.

Nautik, s. Schifffahrtskunde, wohin dieserwegen schon öfter verwiesen worden.

Nebelsterne, Nebelflecke; Stellae nebulosae; *Étoiles nébuleuses.* Bei genauerer Betrachtung des Fixstern-Himmels bemerkt man vielfach schon mit bloßen Augen, noch weit mehr aber mit Fernröhren, lichte Gegenstände, welche sich wie Wölkchen von hellerem oder minderem Lichte ausnehmen, und denen man den Namen der „Stern-, der (Himmels-) Nebel," „Nebelflecke," „nebligen Sternhaufen," beigelegt hat. Als ein solcher „Stern-Nebel" erscheint z. B. schon dem bloßen Auge der Sternhaufen im Bilde des Krebses, und ein anderer im Degengriffe des Perseus; allein diese lösen sich bereits bei Anwendung auch nur schwacher Fernröhre in eine Menge scheinbar sehr dicht bei einander stehender Sterne auf. Dagegen gibt es andere solche Flecke, wie der „Nebelfleck" in der Andromeda, welche dem bloßen Auge zwar wieder den nämlichen Anblick gewähren, denselben aber auch im Fernrohre beibehalten (eigentliche „Nebelflecke"). Und endlich, drittens, nimmt man auch einzelne, in einen solchen Nebel eingehüllte Sterne wahr. — Die Beobachtung dieser „Himmels- (dieser Sternen-) Nebel" ist bereits früher gemacht; schon Marius (Simon), Deutscher Astronom (geb. in Franken, mit dem Vaternamen Mayer, gest. 1634; wir finden ihn im Art. Nebenplaneten als Entdecker der Jupitersmonde wieder) erwähnt, wie Montucla (vergl. dessen viel citirte „Histoire des Mathématiques." II. 285), nachweist, den oben angeführten „Nebelfleck" in der Andromeda. Galilei („Nuncius sidereus." 4. Band der Mailänder Ausg. sämmtl. Werke. 332.*) ferner, mit seinem neu entdeckten Fernrohre, wies die einzelnen Sterne in dem auch schon oben genannten „Nebelflecke" des Krebses nach. Und den merkwürdigsten aller dieser eigentlichen (wie gesagt, durch unsere Fernröhre in Sterne nicht auflösbaren) „Nebelflecke," nämlich den durch seine Gestalt höchst ausgezeichneten * „Himmelsnebel" am Schwerte des Orion, fand schon Huygens, der uns bekannte Haag'ener Astronom, der Entdecker der Saturnsmonde, und beschreibt ihn im „Syst. Saturn." Opera III. 540. als einen dreifachen, mit einem unförmlichen Lichte umgebenen Stern („lucida regio ambit, irregulari figura, ita ut coelum hiatu quodam interruptum videatur, *per quem in plagam magis illustrem* sit prospectus").

Eine genauere und systematische Verfolgung dieses Gegenstandes verdanken wir jedoch wieder nur erst Herschel (dem Vater), welcher sich darüber, auf Grund der sorgfältigsten Beobachtungen, namentlich in seiner Schrift „Ueber den Bau des Himmels." Deutsche Uebersetzung. Lpzg. 1826. gr. 8. passim, ausführlich äußert. Die Sternhaufen sind danach ein Phänomen, das sich nothwendig zeigen muß, so oft wir von der Erde aus eine große Menge Sterne nach einerlei Himmelsgegend oder fast nach Einerlei Linie hin sehen; — was ich in diesem Bezuge im Art. Milchstraße besonders S. 122. beigebracht habe, wird hier sehr gut Anwendung finden. So nahe sich diese Sterne, diese Sonnen, diese Systeme zu seyn scheinen, so sehr weit können sie doch in der Wirklichkeit von einander abstehen, und jene scheinbare Zusammenhäufung entspringt daher nur aus der Unendlichkeit der Entfernung, welche die Abstände so klein erscheinen läßt. Man könnte diese „Sternhaufen,"

* Man hat, ausser dieser, aber auch besondere Ausgaben: Venet. 1610. 4. und Frf. 1610. 8. — Das vortreffliche Werk sollte einen würdigen Deutschen Bearbeiter finden.

* Ich bin nicht ausführlicher darüber, da ich weiß, daß die, auch nur mit einem schwachen Fernrohre, welches dazu hinreicht, versehenen Leser, gerade diesen „Nebelfleck" zu einem gewöhnlichen Gegenstande ihrer eigenen Beobachtungen machen. Andere Leser finden überall Abbildungen desselben vor, welche aber freilich die, demnach so leicht anzustellende Selbstbetrachtung nicht ganz ersetzen.

bei der Möglichkeit, sie mit dem Fernrohre wenigstens doch in so weit zu erreichen, daß sie sich in Sonnen auflösen lassen, vielleicht noch zu unserem Weltsystem zählen. Die „eigentlichen," also durch unsere stärksten Instrumente in ihre Sterne gar nicht mehr auflösbaren und demnach noch unendlich weiter entfernten Nebelflecke bilden dagegen nach den erhabenen Ideen, welche, nächst Herschel, besonders auch Kant „Naturgeschichte des Himmels." 4. Auflage. Zeitg. 1808. gr. 8. (eine Ehrfurcht gebietende Arbeit), S. 83 flgd., darüber äußert, höchst wahrscheinlich ganz andere, von unserem Weltsystem durchaus verschiedene, fremde Weltsysteme, in deren Specielles uns gar kein Einblick mehr gestattet ist, und von denen wir nur noch den vereinten Lichtschimmer als solchen „Himmels-Nebel" gewahren. —

Die „einzelnen," von Nebel eingehüllten Sterne endlich anlangend, so sind sie wohl als erst im Werden begriffene Weltkörper anzusehen. Die Schöpfung ist, wie auch Kant (l. c.), diesem öfter (besonders Fixsterne, S. 542) von mir vorgetragenen Gedanken beitretend, kein geschlossener, sondern ein eben so unendlich fortgehender Act, wie der Raum unendlich ist, in welchem sich das Schöpfungswerk zuträgt; und wenn man also die Bildung eines entstehenden Weltkörpers als eine allmälige Zusammenballung desjenigen „Weltenschöpfungsstoffes" (vergl. d. A.) betrachtet, womit das ganze Universum geschwängert ist, so mag auch ein solcher „Einzel-Nebelstern" allwohl als ein erst entstehender Weltkörper angesehen werden, bei welchem jene Zusammenballung und Verdichtung nicht ganz vollendet ist, so daß noch eine, derselben entgegensehende Nebelhülle übrig bleibt. — Mehr vertiefe ich mich jedoch in diese, der Hypothese, wie man sieht, einen zu weiten Spielraum eröffnende Materie nicht, sondern überlasse Lesern, denen die gemachten Andeutungen nicht genügen sollten, die eigene weitere Verfolgung des hehren Gegenstandes in den citirten Werken von Herschel und Kant (das letztere Kantsche Werk sollte ohnedieß als ein wahres Erbauungsbuch in Ihrer Aller Händen seyn!); und bemerke schließlich nur noch, daß sich detaillirte Verzeichnisse solcher „Himmels-Nebel," nach gerader Aufsteigung (AR) und Poldistanz (P), besonders auch in des verewigten Wiener Astronomen Littrow viel verbreiteten „Wunder des Himmels." 2. Aufl. Stuttgart 1837. gr. 8., S. 496 flgd., vorfinden.

Nebenmonde; Paraselenae; *Paraselènes.* Diese Erscheinung, welche zu den glänzenden oder optischen Meteoren gerechnet wird und darin besteht, daß man außer dem wahren Monde noch Bilder von ihm am Himmel sieht, welche meistens durch einen hellen Ring oder Kranz mit einander verbunden sind, gehört in ihrem Detail eigentlich vor die irdische Meteorologie (wohin ich die Leser auch wegen des verwandten Phänomens der Höfe um Sonne und Mond, vergl. d. A., verwiesen habe). Ganz übergehen durfte ich den Gegenstand nicht, da der Name einen astronomischen Bezug wenigstens anzukündigen scheint, wie ich denn aus demselben Grunde auch der, in dieselbe Kategorie gehörigen Nebensonnen, und zwar noch etwas ausführlicher, erwähnen werde. Erklären läßt sich, wie ich indeß gleich bemerke, das schöne Schauspiel aus der Annahme von in der Luft schwebenden Eisnadeln; gesehen haben es gewiß schon die meisten meiner Leser selbst, erinnern sich schließlich auch wohl daran, daß bereits Ihr Plinius („Hist. nat." II. 32.) eine Beschreibung davon beibringt.

Nebenplaneten, Monde, Trabanten, Satelliten der Planeten; Planetae secundarii, Lunae, Satellites planetarum; *Planètes du second ordre,* Lunes, Satellites. Diesen Namen gibt die Astronomie denjenigen Weltkörpern unseres Sonnensystems, welche zunächst um einen Hauptplaneten laufen, und nur als Begleiter („Trabanten," „Satelliten") desselben zugleich mit und von ihm um die Sonne geführt werden; so ist unser, in dieser Art zunächst um den Hauptplaneten Erde kreisende, zugleich aber mit (der — ich sage nicht ohne Absicht so — Scheibe) seiner ganzen Bahn vom letzteren um die Sonne geführte Mond

ein „Nebenplanet“; so sind es (vergl. unten) die Monde des Jupiter u. s. w.*

Vor der Erfindung der Fernröhre war, um mit dem Geschichtlichen anzuheben, außer dem Erdmonde, über welchen ich im besondern Art. Mond ausführlich handle, so daß von diesem Nebenplaneten hier keine weitere Rede ist, ein anderer „Nebenplanet“ durchaus nicht bekannt; in den älteren Systemen ward selbst der Erdmond zu den Hauptplaneten, welche man sämmtlich um die Erde gehen ließ, gerechnet. Nach dem Copernikanischen Systeme schien es eine Ausnahme von der Regel und (vergl. die Anmerk.) ein besonderer Vorzug der Erde zu seyn, daß sie einen eigenen Mond habe; die Fernröhre zeigten jedoch bald nachher, daß die Begleitung durch Monde, außer dem Planeten Erde, auch noch mehreren Planeten: dem Jupiter, Saturn und Uranus** gemein ist; — und der Planet Jupiter gewährte zuerst diese Ueberzeugung.

Schon im November des Jahres 1609 bemerkte nämlich Simon Marius (wir haben in dieser Rücksicht seinetwegen nur erst im kurz vorangehenden Art. Nebelflecke hierher verwiesen), Mathematikus der Brandenburg'schen Marggrafen in Franken, durch eines der ersten, nach Deutschland gekommenen Holländischen (Galilei'schen) Fernröhre (vgl. d. Art. S. 425.), um den Jupiter, welcher damals rückläufig war (in Opposition stand, und also die ganze Nacht hindurch beobachtet werden konnte), einige kleine, ihn begleitende und mit ihm immer in gerader Linie bleibende Sternchen. Er kam bald auf den Gedanken, daß diese Sternchen dem Jupiter zugehören möchten, und erlangte im März des folgenden Jahres die Gewißheit, daß sie vier an der Zahl und Monde des Jupiter seyen, zögerte aber mit der Bekanntmachung seiner Entdeckung bis 1614, zu welcher Zeit er erst seine Schrift darüber: „Mundus Jovialis, a. 1609 detectus, ope perspicilli Belgici.“ Norib. 1614. 4., mit Tafeln über die Bewegung dieser Sterne erscheinen ließ, welche Sterne er, seinem Marggrafen zu Ehren, „Sidera Brandenburgica“ nannte.

Inzwischen hatte Galilei durch ein von ihm selbst zusammengesetztes Fernrohr (vergl. wieder d. Art. S. 435) diese Sterne am 7ten Januar 1610 ebenfalls gesehen, kam aber dem Marius in schneller Beurtheilung, genauer Beobachtung und Bekanntmachung der Sache weit zuvor. Denn noch in demselben Jahre theilte er die Nachricht von der Entdeckung der Jupitersmonde in seinem „Nuncius sidereus.“ Venet. 1610. und Frf. 1610. 8. der Welt mit, fügte Bestimmungen über die Umlaufszeiten dieser Monde um ihren Hauptplaneten hinzu, welche genauer als die des Marius sind, und nannte die entdeckten Gestirne, seinerseits zu Ehren des Großherzoglich-Toscanischen Hauses, „Sidera Medicea.“ Seine Behauptungen wurden zwar anfänglich mannigfach bestritten*;

* Ich habe im A. Mond, S. 145. darauf aufmerksam gemacht, daß die Erde der einzige Planet ist, welcher Einen Mond besitzt; die anderen von Monden begleiteten Planeten: Jupiter, Saturn, Uranus, haben sämmtlich mehrere Monde. Dieser Erdmond zeichnet sich aber, vieler anderen Verschiedenheiten, worauf mich mein Vortrag allmälig führen wird, nicht zu gedenken, überdieß besonders noch dadurch aus, daß seine Bahn nahe mit der Ekliptik zusammenfällt (einen bedeutenden Winkel mit dem Aequator macht); wogegen die Bahnen aller übrigen Monde (s. oben) in der (erweiterten) Ebene des Aequators ihrer respectiven Hauptplaneten liegen. Ich komme gleich hierauf zurück.

** Auch beim Mars (s. d. A. S. 80.) hat man Gründe, Monde („Nebenplaneten“) zu vermuthen; da sie aber noch nicht entdeckt sind, so thue ich ihrer hier weiter keine Erwähnung. Venus dagegen, welcher man (vergl. nicht weniger diesen A.), ebenfalls einen „Nebenplaneten“ hat beilegen wollen, besitzt höchst wahrscheinlich keinen.

* Ich wünsche und hoffe, wenigstens die allermeisten meiner Leser durch Mittheilung der nachstehenden, mir über diesen Gegenstand, gleichwie über die astronomische Thätigkeit des großen Galilei überhaupt, eben zugehenden, überaus in-

allein beim Allgemeinerwerden der Fernröhre siegte die Wahrheit bald; — und namentlich bestätigte Keppler: „Narratio de observatis a se quatuor Jo-

teressanten Notiz zu verbinden; dieselbe kann zugleich als eine neueste Vervollständigung der von diesem bewundernswürdigen Manne im Art. Fernrohr, S. 435. gegebenen Biographie dienen:

Galilei's Handschriften über die Jupiters-Trabanten.

Berlin, im Januar 1846. In öffentlichen Blättern ist wiederholt schon von der Auffindung Galilei'scher Schriften, die man verloren glaubte, die Rede gewesen. Die Notizen darüber sind aber so schwankend und ungenau, daß eine Darlegung des eigentlichen Sachverhältnisses und eine Angabe über den Inhalt dieser Manuscripte Manchem willkommen seyn dürfte. Zu dieser Darlegung gibt eine kleine Schrift von E. Alberi, dem man die in Florenz begonnene neue Ausgabe der sämmtlichen Werke des großen Naturforschers und Philosophen verdankt, Veranlassung wie Stoff. Sie heißt: „De Galilei Galilei circa Jovis satellites lucubrationibus quae in l. et R. Pittiana Palatina Bibliotheca adservantur ad clar. et rev. Patrem Johannem Inghiramium Eugenii Alberii brevis disquisitio.“ Geschichtliche Daten finden sich vorausgeschickt. Im Sommer des J. 1609. erfand Galileo Galilei, damals Professor der Mathematik an der Universität Padua, das Fernrohr. Mittelst desselben entdeckte er am Abend des 7ten Januar folgenden Jahres vom Observatorium zu Padua aus die Trabanten des Jupiter, denen er, zu Ehren des toscanischen Herrscherhauses, den Namen der Mediceischen Planeten gab. Lange und heftig wurde die Existenz derselben in wie ausserhalb Italiens bestritten. Ohne sich durch Widerspruch irre machen zu lassen, und ohne sich mit der bloßen Ehre der Entdeckung zu begnügen, fuhr Galilei fort, sich mit der Untersuchung der neuen Wandelsterne zu beschäftigen — eine Beschäftigung, die bald auch für das Praktische der Wissenschaft folgenreich ward. Bis dahin hatte die Bestimmung des geographischen Längengrades große Schwierigkeiten gehabt: man bediente sich zu diesem Behufe namentlich der Mondfinsternisse; wobei nicht nur die Seltenheit des Vorkommens derselben, sondern auch die in der Berechnung von Anfang, Mitte und Ende derselben nur zu häufig vorfallenden Irrthümer große Ungenauigkeiten verursachten. Als Galilei die häufige und fast augenblicklich eintretende Verfinsterung der Jupitertrabanten wahrnahm, wurde ihm sogleich klar, von wie erheblichem Nutzen sie für Geographie und Nautik werden konnten. Die Schwierigkeiten, welche in der Kleinheit, Aehnlichkeit, Nähe und raschen Bewegung der Planeten lagen, wie in dem mangelhaften Zustand seiner ersten Instrumente und der Uhr schreckten ihn nicht; nach einer „atlantischen Anstrengung“ wie er selber in einem an den toscanischen Staatssecretär Vinta von Rom aus am 1sten April 1611. geschriebenen Briefe sich ausdrückt, gelang es ihm, die Zeit der Umwälzungen jedes der Trabanten mit ziemlicher Genauigkeit zu messen und Ort wie Configuration zu bestimmen. Diese ersten glücklichen Resultate waren für Galilei nur eine Aufforderung, diesen Untersuchungen nochmals alle seine Kräfte zu widmen, um die Zeit und die Bewegungen jener Sterne für alle kommenden Zeiten genau zu berechnen. Viele Jahre gingen darüber hin, bis andere Beschäftigungen, Krankheit und Unfälle ihn nöthigten, die Forschungen unvollendet liegen zu lassen. Die Erblindung, welche ihn im Jahr 1637. betraf, beraubte ihn jeder Hoffnung, diese Arbeit selbst zu beendigen. Da kam er auf den Gedanken, seinen vormaligen Schüler, den Abate Don Vincenzo Renieri, aus dem Olivetanerorden, Professor der Mathematik zu Pisa, zur Fortsetzung des Begonnenen aufzufordern. Diesem übergab er seine Berechnungen und Beobachtungen, wie wir aus einem Schreiben wissen, das er am 18ten August 1640. an Benedetto Castelli richtete. Nicht lange darauf starb er, am 8ten Januar 1642.

Der fleißige und gelehrte Geistliche fuhr fort am Werk, und arbeitete allmälich Tabellen über die Bewegungen dieser Planeten aus, die er, so wie sie entstanden, seinem Lehrer und dem Groß-

vis satellitibus erronibus.“ Pragae 1610. 4., die Sache auf Grund eigener Beobachtung, äußerte auch seine triumphirende Freude über die Entdeckung in

herzog Ferdinand II. mittheilte, und auch zu veröffentlichen vorhatte. Aber auch er starb im Jahr 1648. Bei seinem Tode verschwanden seine und Galilei's Papiere. Alle die darüber geschrieben, von Galilei's Schüler Viviani an bis auf unsere Zeit, beklagen sie als verloren. Es hieß, die Inquisition habe sich derselben bemächtigt; Libri in Paris, in seinem **Essai sur la vie et les travaux de Galilée** (Revue des deux Mondes, 1841.) führt ohne weiteres als Thatsache an, was seine Vorgänger bloß vermutheten: **„Renieri vit à son lit de mort ses papiers mis au pillage et dispersés par les suppôts du Saint Office.“** Indeß wußte man längst durch einen Brief des Enkels Galilei's, daß Renieri's Nachlaß in die Hände eines Pisaners, des Cav. Agostini, gelangt war; aus hingeworfenen Aeußerungen dieses letztern durfte man schließen, daß die Arbeiten über die Mediceischen Sterne sich darunter befanden. Die Inquisition war dießmal mit Unrecht beschuldigt worden, wie denn überhaupt ihr Verfahren gegen Galilei in einigen Puncten falsch dargestellt worden ist. Aus Pisa kamen in den Besitz des jetzigen Großherzogs die Galilei'schen Manuscripte, welche nach Alberi's Ansicht die vollständige Sammlung der Untersuchungen über die Jupiters-Satelliten bilden. Sie befinden sich in der Palatina (der großherzoglichen Privatbibliothek), im Palast Pitti, wo bekanntlich eine reiche Sammlung Galilei'scher Handschriften aufbewahrt wird. Es sind drei Bände, der erste mit der Aufschrift: **Le osservazione e i calcoli delle Stelle Medicee fatti da Galileo dal 1610 al 1619**, der zweite: **Calcoli per le Medicee**; der dritte: **Diverse osservazioni per le costituzioni delle Medicee scritte dal padre Renieri, monaco Olivetano.** Alberi bestrebt sich nun zu beweisen, daß in den beiden ersten Theilen sämmtliche Arbeiten Galilei's bis zum Jahr 1619, wie sie von ihm seinem Mitarbeiter übergeben wurden, enthalten sind, und daß Galilei nach dem genannten Jahr diese Untersuchungen völlig ruhen ließ. Die Gründe, die er anführt, und die er theils durch Stellen aus Briefen des Verfassers, theils durch Beweise der Uebereinstimmung der von Renieri gemachten Auszüge und Notizen verstärkt, scheinen überzeugend, so daß man mit ihm annehmen darf, daß diese Bände, 1056 Seiten zählend (ohne Renieri's Arbeit), die ganze Serie der Schriften des großen Mannes über diesen Gegenstand enthalten. Es ist eine unendliche Menge von Berechnungen und Bemerkungen, mit Tabellen und Erläuterungen derselben, zum Theil mit spätern Verbesserungen und Entwickelungen. Man hat begonnen, diese Papiere zu ordnen, denn in ihrem bisherigen Zustande war keine genaue Vergleichung, noch Benützung möglich. Die baldige Bekanntmachung dieser Schriften in der neuen Ausgabe der sämmtlichen Werke wurde bereits im Mai vorigen Jahres in Aussicht gestellt. Diese neue Ausgabe, von welcher der erste Band in trefflicher Ausstattung erschienen, wird überhaupt nicht nur einen nach Handschriften, namentlich nach dem reichen Schatze der in der Palatina aufbewahrten, gereinigten und verbesserten Text der bisher gedruckten Werke bringen, sondern manches Neue, was in den bisherigen Ausgaben nicht enthalten ist. Ja die Masse dieses Neuen wird den Umfang derselben auf ein Drittel über den der bisher vollständigsten steigern; denn so viel man sich auch mit Galilei beschäftigt hat, so sind doch die Sammlungen seiner Werke weit davon entfernt zu genügen. Die erste derselben erschien zu Bologna in zwei Quartbänden 1656, herausgegeben von Carlo Manolessi, welchem der Prinz, nachmals Cardinal Leopold v. Medici, viele Inedita mittheilte. Darauf folgte die Florentiner Ausgabe von 1718 in drei Quartbänden (der dritte enthält lauter Ungedrucktes), besorgt von dem rühmlich bekannten Monsignor Bottari und von T. Bonaventuri, und die Paduaner in vier Bänden 1744, wiederum vielfach vermehrt und herausgegeben von dem Astronomen Abate Toaldo. Dieß sind die von der Akademie der Crusca bei ihrem Wörterbuch benutzten Ausgaben. Die neueste ist die Mailänder, in

einer zweiten Schrift: „Dissertatio cum nuncio sidereo ad Galileum missa.“ Prag. 1610. 4.,* indem dadurch die von ihm verfochtene Copernikanische Ansicht von der Bewegung der Erde mit ihrem Monde bestätiget wurde, da man den Jupiter mit seinen nun entdeckten Monden in Bewegung sah. — Das Geschichtliche über diese Entdeckung läßt sich also dahin resumiren, daß der deutsche Beobachter sie wirklich früher gemacht, der Italiener sie aber früher veröffentlichet hat; — und ich kann danach also zur eigentlichen astronomischen Betrachtung zunächst dieser vier Jupitersmonde (Jupiters „Nebenplaneten“) selbst übergehen.

Versinnlichen wir uns sonach, um von diesem Jupiters-Mondensysteme nur alsbald erst eine recht anschauliche Vorstellung zu erhalten, die frei im Raume schwebende, ungeheure (die Erdkugel — vergl. Jupiter, S. 826 — an Volumen 1300 Mal übertreffende) Jupiterskugel, und denken wir uns die, nahe mit der Bahn-Ebene (Jupiters-Ekliptik; ich komme gleich hierauf zurück) zusammenfallende Scheibe des Aequators dieses Planeten ringsum erweitert, auf dieser Erweiterung aber vier (vergleichsweise, sehr) kleine Kügelchen, welche in verschiedenen Abständen vom Centrum der Scheibe (dem Mittelpuncte der Jupiterskugel), in also concentrischen Kreisen,* um dasselbe rollen; so hat man den Jupiter mit seinen vier Monden vor Augen; — und kann sich danach ein System (Jovilabium, s. d. A.) von Pappe machen.

Zuvörderst ist also, wie ich in der voraufgehenden Anmerkung darauf vorbereitet habe, zu merken, daß diese Jupitersmonde nicht, wie der Erdmond, bald nördliche, bald südliche Abweichung bekommen, sondern stets (wenigstens sehr nahe**) im Aequator ihres Hauptplaneten bleiben (alle vier stets über dem Aequator des Jupiter schweben). Ihre Abstände von dessen (von des Jupiters) Mittelpunte betragen dabei ferner:

der bekannten Sammlung der Classiker, 1808 bis 1811. Sie füllt dreizehn Octavbände, hat manches Neue, ist aber minder correct. Der verdienstvolle Gamba gibt in seiner vielgebrauchten Bibliographie: Serie dei testi di lingua, ausführlichere Notizen über diese Editionen, welche von der neuern so an Vollständigkeit und Correctheit, wie an Schönheit der Ausstattung werden übertroffen werden. Alles, was von dem großen Verehrer Galilei's, G. B. Clemente Nelli (der die Inschrift an der kleinen Villa auf dem Hügel von Arcatri bei Florenz, wo Galilei seine letzten Lebensjahre zubrachte, setzen ließ), bei Gelegenheit der Abfassung seines Buches: Vita e commercio letterario di G. G. (1793), gesammelt, und mit andern Documenten vermehrt von G. B. Venturi zu Modena, 1818 bis 1821, herausgegeben ward, wird nebst den Resultaten späterer Forschungen in dieser Sr. kais. Hoh. dem Großherzog von Toscana gewidmeten und von ihm durch großmüthige Unterstützung geförderten Ausgabe Platz finden. Der Herausgeber, Albéri, aus Bologna gebürtig, jedoch in Florenz wohnend, ist dem Publikum durch historische Arbeiten vortheilhaft bekannt; — und nachträglich zu dieser Notiz ist nur noch zu bemerken, daß gegen Ende des oben erwähnten Jahres 1846: „*Galilaei* in Jovis satellites lucubrationes, quae per ducentos fere annos desiderabantur, ab Eugenio *Alberio* in lucem vendicatae“ — endlich wirklich erschienen sind.

* Diese Anführungen können zugleich zur Vervollständigung der Literar-Notizen über Kepler (in Kepler's Regeln, S. 890.) dienen. Freilich ist die Zahl der Gelegenheits-Schriften dieses wunderbaren Mannes sehr groß.

* Eigentlich freilich, wie (vergl. d. A., S. 92.) die Bahnen aller Gestirne, Ellipsen; die Abweichung vom Kreise (die Excentricität) ist aber so gering, daß hier davon abgesehen werden kann.

** Die Abweichung beträgt nur wenige Grade; ich gehe hier nicht weiter darauf ein.

in Halbmeſſern der Jupiterskugel:	in geogr. Meilen (Jupiters Halbmeſſer = 10000 ſolcher Meilen):
des 1ſten (innerſten, dem Jupiter nächſten) . . . . . 6, . .	 60000,
des 2ten . . . . . 9, . .	 90000,
des 3ten . . . . . 15, . .	 150000,
des 4ten (des fernſten) . . 27, . .	. . . . . 270000;

und es findet ſich dabei der merkwürdige Umſtand für das Geſetz dieſer Abſtände, daß ſie wachſen, wie die Glieder der geometriſchen Reihe 3, 6, 12, 24, wenn man zu jedem dieſer Glieder 3 addirt, welches, wie oben, 6, 9, 15, 27 gibt und an ein ähnliches Geſetz der planetariſchen Abſtände von der Sonne (die „Wurm'ſche Reihe *) erinnert.

Selbſt der innerſte (nächſte) dieſer Monde ſteht demnach von ſeinem Hauptplaneten noch (10000 Meilen **) weiter, als unſer (bekanntlich nur 50000 Meilen von der Erde entfernte) Mond von uns ab; allein die ſo ſehr überwiegende Maſſe des Jupiter bewirkt durch ihren ſtärkeren Gravitations- (vergl. d. A. S. 708) Einfluß, daß dieſe Monde gleichwohl in einer viel kürzeren Zeit, nämlich:

der 1ſte in 1 T. 18^h 27′, ***
der 2te in 3 T. 13^h 13′,
— 3te — 7. 3. 42,
— 4te —16. 16. 32, °

ihren periodiſchen °° Umlauf um den Jupiter vollenden. Wegen der ſich mit der daraus folgenden Häufigkeit der Umläufe verbindenden und deßhalb ſchon oben beſonders hervorgehobenen Lage der Bahnen dieſer Monde gegen den Jupiter und die Sonne, welcher zu Folge ſie bei jedem Umlaufe ziemlich genau mitten zwiſchen beiden Weltkörpern durchgehen, und alſo eben ſo genau ziemlich jedesmal

* Vergl. Band 1, Seite 165. Setzt man die (mittlere) Entfernung des Mercur von der Sonne = 4, ſo iſt die Entfernung der Venus von der Sonne = 4 + 3, der Erde = 4 + 2 . 3, des Mars = 4 + 4 . 3 u. ſ. w. Die Reihe heißt aber die „Wurm'ſche" nach ihrem Entdecker, dem verewigten Profeſſor Wurm zu Stuttgart.

** Ich bevorworte, oben und zwar aus guten Gründen, nur runde Zahlen anzuwenden. — Man könnte nach der Möglichkeit dieſer Meilenbeſtimmung überhaupt fragen; allein da man den in Secunden gemeſſenen Durchmeſſer des Jupiter nach der in Größe der Himmelskörper, S. 724, gelehrten Methode in Meilen kennt, ſo läßt ſich auch jeder andere, in der Jupiters-Region vorkommende Bogen, wie hier der Mond-Abſtand, in Meilen ausdrücken.

*** Dieſer Umlauf (dieſer periodiſche Monat) des erſten Jupitermondes hat alſo nur etwann $^1/_{16}$ der Dauer unſeres (periodiſchen) Monates von (vergl. d. A. S. 141) beiläufig 27 Tagen. Nehmen wir, was ſich von der Wirklichkeit nicht zu ſehr entfernt, an, die Entfernung deſſelben Mondes vom Jupiter ſey der Entfernung unſeres Mondes von der Erde gleich, ſo hat man l. c. unter dieſer Vorausſetzung,

$$M \text{ (Maſſe des Jupiter)} : 1 \text{ (Maſſe der Erde)} = 1^2 \text{ (unſer Monat)} : \frac{1^2}{16^2}$$

(Umlaufszeit des 1ſten Jupitermondes), woraus die Maſſe des Jupiter (der Gravitations-Einfluß dieſes Planeten bei vorausgeſetzter gleicher Entfernung des Körpers [des Trabanten], auf den er geübt wird) mit einer, für meinen gegenwärtigen Zweck hinreichenden Genauigkeit = 16^2 = 256 . Erdmaſſen folgt. — Ich bitte nur, die citirte Stelle: Gravitation, S. 708, genau zu vergleichen.

° Ich brauche wohl kaum darauf aufmerkſam zu machen, daß (Gravitation, S. 711) die Vergleichung dieſer Umlaufszeiten mit den obigen Abſtänden die dritte Kepler'ſche Regel, alſo auch für das Partial-Syſtem des Jupiter vollkommen beſtätiget.

°° Derſelbe iſt, bei der geringen Dauer und bei der Langſamkeit der Eigenbewegung des Hauptplaneten Jupiter vom ſynodiſchen ſo wenig unterſchieden, daß ich von dieſem Unterſchiede hier abſtrahire.

in den (so großen) Schattenkegel des (mächtigen) Hauptplaneten treten, sind die davon abhängigen Sonnen- und Mond-Finsternisse (vergl. d. A. S. 537, wo auch der merkwürdige Umstand, daß nicht alle vier Monde auf Einmal verfinstert werden, erörtert ist) auf dem Jupiter äußerst zahlreich; und wenn meine Leser die Anzahl derselben nach den Ihnen eben angegebenen Umlaufsperioden selbst berechnen, so werden Sie finden, daß in Einem Jupitersjahre (bekanntlich = 11 unserer Jahre + 314 unserer Tage) viele Tausende solcher Jupiters-Mond- und Sonnenfinsternisse* (nämlich bei jedem Umlaufe eines jeden Mondes Eine Mond- und Eine Sonnenfinsterniß) eintreten.

Die eigene Größe dieser Monde sodann anlangend, so wird nach den neuesten Bestimmungen

der Durchmesser des 1sten zu 530 geographischen Meilen,**
— — — 2ten — 470 — —
— — — 3ten — 780 — —
— — — 4ten — 660 — —

angegeben. Der zweite kommt also unserem Monde (dessen Durchmesser bekanntlich = 468 Meilen ist) an Größe sehr nahe gleich; die andern sind, wie man sieht, bedeutend größer; — aus ihren respectiven Entfernungen erscheinet indeß auf dem Jupiter nur der 1ste (innerste, nächste) etwann eben so groß als uns unser Mond, der 2te und 3te stellen sich im Durchmesser wenig über halb, der 4te nur ein viertelmal so groß dar. Dagegen wird, gleichwie die Erde von unserem Monde aus, der so viel größere Jupiter von seinen Monden aus sehr groß erblickt; für den ersten Mond bedeckt er einen Himmelsraum, wie für uns das ganze Sternbild Orion, welches einen prachtvollen Anblick gewähren muß. —

Ich habe im Art. Mond (Erdmond) S. 151. gezeigt, daß dieser „Nebenplanet" seinem Hauptplaneten Erde beständig dieselbe Kugelhälfte zukehrt, und meine Ansicht von den Gründen vorgetragen, welche die Vorsehung bei dieser Anordnung gehabt haben könne, auch darauf vorbereitet, daß der nämliche Umstand bei den übrigen Monden wieder vorkommen werde. In der That zeigt sich derselbe, nach Herschel's (des Vaters) sorgfältigen Beobachtungen (s. besonders Phil. Transact. for. 1797. S. 332.), bei allen Jupitersmonden unverkennbar; *** und unser Mädler (Beiträge zur physischen Kenntniß der Himmelskörper unseres Systems. Weimar. 1841. gr. 4. S. 101.) stimmt darin dem großen Brittschen Himmelskundigen vollkommen bei.

Bei der vielfachen Anwendung, welche man von den eben näher betrachteten Verfinsterungen der Jupitertrabanten, namentlich zur Erfindung der geographischen Länge (vergl. d. A.) macht, ist großer Fleiß auf Berechnung der Tafeln des Laufes dieser Monde verwendet worden; man besitzt, wie ich als Literar-Notiz anführe, dergleichen Tafeln zunächst von dem Schwedischen Astronomen Wargentin**** (abgedruckt in der oft an-

* Bei diesen „Jupiters-Sonnenfinsternissen" sehen wir (vergl. Finsternisse. S. 538) den betreffenden Jupitersmond (seinen Schatten) als einen (meistens pech-) schwarzen Fleck über die helle Jupitersscheibe wegziehen, eine Beobachtung, welche sich schon mit sehr mäßigen Fernröhren ausführen läßt.

** Ich beziehe mich wegen der Möglichkeit dieser Meilenbestimmung auf die vorhergehende Anmerkung.

*** Von den Saturnstrabanten behauptet dieser vortreffliche Beobachter, wie wir gleich näher sehen werden, dasselbe, und die Bedingung scheint also in der That ein allgemeines Himmels-Mondgesetz zu seyn. — Ich zeichne dasselbe nicht ohne Grund so sehr aus.

**** **Wargentin**, von dem man nicht überall biographische Notizen findet, geboren zu Jemtland, 1717, widmete sich der Mathematik und besonders der Astronomie aus Neigung, und machte sich vorzüglich durch die oben erwähnten „Tafeln der Jupiters-Trabanten," von denen viele Auflagen erschienen sind, bekannt. Er starb, als beständiger erster Sekretär der

geführten Berliner „Sammlung astron. Tafeln.“ Bd. III. S. 31 flgd.). Genauer, besonders mit strengerer Anwendung des Perturbations-Calcüls, sind jedoch die neuen Tafeln von Delambre und von Damoiseau, nach welchen letzteren die Angaben in Encke's (bekanntem) „Astronomischen Jahrbuche“ gemacht werden, auf welches ich also verweise.

Noch erinnere ich daran, daß die „Jupitersmonde“ durch die veränderliche Zeit des scheinbaren Eintrittes jener ihrer Verfinsterungen zur Entdeckung des Gesetzes der Lichtgeschwindigkeit Veranlassung gegeben haben. Es ist dieserwegen im Art. Abirrung, S. 11, hierher verwiesen worden; ich habe aber schon früher im besondern Art. Lichtgleichung ausführlich darüber handeln können; — und komme nach dieser schließlichen Bemerkung über die „Nebenplaneten des Jupiter“ nunmehr auf die „Nebenplaneten“ (Monde) des Saturn, welche aus so viel größerer Entfernung so viel kleiner erscheinenden Gestirne natürlich auch erst nach Vervollkommnung der Fernröhre entdeckt werden konnten. Jetzt kennt man sieben Monde beim Saturn, von denen Huygens, der uns vielfach bekannt gewordene Haagener Astronom, der 1695 verstorbene Zeitgenosse Newton's, zuerst einen (vom Saturn ab zählend, den sechsten), den (vergl. unten) größten aller, auffand, als Er am 25. März 1655 den Saturn mit einem Fernrohre von 23 Fuß Länge (wie man so lange Röhren, — s. Fernrohr, S. 446. — vor Anwendung der achromatischen Gläser anzuwenden gezwungen war) beobachtete. Er gibt Rechenschaft von dieser Entdeckung im „Systema Saturnium“ (Opera. III. 541), und bestimmt auch bereits die Umlaufszeit dieses Saturnmondes. Erst 16 Jahr später (1671) sah Cassini der Aeltere* durch ein Fernrohr von 17 Fuß den (eben so zählend) siebenten dieser Monde des Saturn, und im folgenden Jahre mit noch stärkeren Instrumenten den fünften; endlich aber (1684) bei Anwendung eines Rohres von 136 Fuß Länge auch noch den vierten und dritten, so daß man Ihm also die Entdeckung von vier (nicht bloß von „zwei,“ wie im ersten Bande unseres Werkes S. 203 durch einen Schreib- oder unbemerkt gebliebenen Druckfehler, wel-

Akademie der Wissenschaften zu Stockholm, und Ritter des Nordstern-Ordens, 1783.

* **Cassini**, eine ursprünglich italienische Familie, welche um die Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts in Frankreich einheimisch wurde. Der Stifter ihres Ruhmes ist Jean Dominique (eben der, den wir oben „Cassini den Aeltere“ nennen, und namentlich dessentwegen mehrfach hierher verwiesen worden ist), geboren zu Perinaldo in der Grafschaft Nizza, studirte zu Genua und wurde 1650 Professor der Astronomie zu Genua. 1669 berief ihn Ludwig XIV. für seine neu erbaute Sternwarte nach Paris, er wurde naturalisirt, zum Akademiker ernannt, und starb 1712. Seine mehrfachen astronomischen Verdienste sind im Laufe unseres Werkes aufgezählt worden; obenan unter denselben steht aber eben die Entdeckung der Saturnsmonde. Sein Sohn und Nachfolger in der Akademie, Jacques, 1677 zu Paris geboren (und 1756 verstorben), Erbe der Talente seines Vaters, ist besonders durch seine beiden Werke: „Élémens d'Astronomie.“ Paris 1740. 2 B. 4., und „Grandeur et Figure de la Terre.“ Ibid. 1720. 4., bekannt, in welcher letzteren Schrift Er eben als derjenige Gegner der Newton'schen Theorie von der Abplattung des Erdkörpers auftritt, als welchen wir ihn in diesem Art. S. 23. Spalte 2. bezeichnet haben. Jacque's Sohn hinwiederum, César François, geb. zu Paris 1714, hat sich unsterbliche Verdienste durch die, keinem meiner Leser unbekannte große „Cassini'sche Charte von Frankreich erworben. Er starb 1784, und hinterließ abermals einen, durch mehrere, wenn auch nur kleinere Arbeiten um die Astronomie wohl verdienten Sohn: Jean Dominique (also wie der Urgroßvater); — und dieß wäre also die „Cassini'sche Familie, „welche man hiernach, wie wir sehen, nicht ohne zureichende Ursache, oft die „astronomische Familie“ (per excellentiam) genannt hat.

chen ich zugleich zu verbessern bitte, irrthümlich steht) „Saturnsmonden“ verdankt, und bei seinem Tode demnach, mit Inbegriffe des obigen Huygens'schen, fünf* (der dritte, immer vom Saturn ab zählend, der vierte, der fünfte, der sechste und siebente) von den, wie gesagt, jetzt bekannten sieben „Nebenplaneten“ des Saturn aufgefunden waren. In diesem Zustande verblieb die Kenntniß vom Saturnmond-Systeme, bis Herschel (der Grosse) in der Nacht des 28sten August 1789 sein „Riesen-Teleskop“ (vergl. Spiegel-Teleskop) auf den Saturn richtete, und bei demselben sogleich sechs Monde (nämlich außer den obigen fünf auch noch den zweiten) erkannte, wonächst Ihm am 17. Septbr. desselben Jahres endlich die Auffindung eines dem Saturn noch näheren, und solchergestalt von uns fernsten Mondes gelang,** welchen wir jetzt als den ersten (innersten, dem Hauptplaneten nächsten) bezeichnen. Saturn erscheint daher (besonders wenn man auch seinen „Ring“ — vergl. d. A. Saturn — mit berücksichtiget) als der Centralkörper des reichsten*** aller uns bekannten Partialsysteme; ich muß jedoch diejenigen Leser, welche sich davon durch Selbstbeobachtung überzeugen wollten, darauf vorbereiten, daß die Auffindung der beiden fernsten (der „Herschel'schen) Monde: jenes ersten (innersten) und des (immer vom Saturn ab rechnend) also folgenden zweiten sehr schwer ist. Mädler, unser wackrer Dorpater Astronom: „Beiträge zur Kenntniß der himmlischen Körper unseres Systems.“ Weimar. 1841. gr. 4. S. 73., klagt, daß Er nie mehr, als nur die näheren fünf (die Huygens-Cassini'schen) Saturnsmonde habe zu Gesicht bekommen können; und, so viel ich weiß, ist die Wiederauffindung der beiden andern nach Herschel dem Vater besonders auch nur dessen Sohne, John Herschel,**** geglückt.

Indeß haben auch diese wenigen Beobachtungen hingereicht, um gleichwohl die Umlaufsperioden sammt den Abständen vom Hauptplaneten für alle diese

sieben „Nebenplaneten“ Saturns

angeben zu können; diese sind:

Umlaufszeiten (periodische, welche wegen der Langsamkeit der Saturnsbewegung von der synodischen wenig verschieden sind):				Abstände:	
des ersten	0 Tag	22h 37′,	. . . . .	27400	Meilen, †
— zweiten	1 —	8. 53,	. . . . .	35200	—
— dritten	1 —	21. 18,	. . . . .	41600	—
— vierten	2 —	17. 44,	. . . . .	53600	—
— fünften	4 —	12. 25,	. . . . .	74700	—
— sechsten	15 —	22. 41,	. . . . .	172300	—
— siebenten	79 —	7. 53,	. . . . .	499800	—

* Die Leser finden daher in älteren astronomischen Werken auch immer nur noch erst fünf Saturnmonde aufgeführt; — ich mache, um einem Zweifel zu begegnen, darauf aufmerksam. Cassini nannte diese Sternchen nach der damaligen Mode, von welcher wir schon vorn noch andere Beispiele gesehen haben, Ludwig dem XIV., seinem Könige, zu Ehren, „*Sidera Ludovicea.*“ Vergl. *Du Hamel* „Regiae Scient. Academiae historia ad annum 1684.“ Pag. 244.

** Das Detail dieser Entdeckungen Herschels des Vaters in den gleichzeitigen Jahrgängen der Phil. Transact.; gedrängter in des Sohnes (John Herschel's) „Treatise of Astronomy.“ London. 1833, davon ich eine gute Französische Uebersetzung durch Tournot. Brüssel. 1835. kl. 8., empfehle, wo sich der Gegenstand S. 396 ff. behandelt findet.

*** Beim Uranus sind nämlich, wie wir gleich näher sehen werden, statt der sieben Monde, welche also Saturn besitzt, nur sechs wenigstens erst entdeckt worden.

**** Nähere biographische Notizen über Beide in dem, den Planeten Uranus betreffenden Artikel, indem diese Entdeckung bekanntlich als das glänzendste astronomische Verdienst Herschel's des Vaters betrachtet wird.

† Ich habe in einer vorangehenden Anmer-

und die Vergleichung (meine Leser mögen nur selbst nachrechnen) zeigt, daß die dritte Kepler'sche Regel (s. d. Art. S. 911.) nicht weniger auf das Saturns-Mondsystem wiederum ihre volle Anwendung findet.* — Dergleichen Bestätigungen allgemeiner Himmelsgesetze durch immer wiederholte Anwendung auf neue Fälle haben für die Innigkeit der Ueberzeugung eine besonders siegreiche Gewalt. —

Die eigene Größe dieser Saturnsmonde ist bei ihrer weiten Entfernung von uns, und der Kleinheit ihres Volumens, für den ersten und zweiten gar nicht, für die übrigen fünf (äußeren, uns näheren) nur durch Schätzung zu bestimmen, und es beträgt danach, Herschel's (d. Aelt.) Ermittlungen gemäß:

der Durchmesser des	dritten	140	Meilen,
— — —	vierten	140	—
— — —	fünften	360	—
— — —	sechsten	1050	—
— — —	siebenten	620	—

Angaben, welche wenigstens durch den Umstand Vertrauen erregen, daß auch sie den sechsten (den Huygens'schen) Mond als den „größten" bezeichnen, wie wir ihn, mit Verweisung hierher, schon oben charakterisirt haben.

Die Saturnsmonde liegen, wie schon Eingangs bevorwortet ist, gleich den Jupitersmonden, in der (erweitert gedachten) Ebene des Aequators ihres Hauptplaneten (nur der siebente, der äußerste, macht davon eine geringe Ausnahme); da aber der Saturns-Aequator, nicht wie der Jupiters-Aequator, mit (oder doch nahe mit) der Ebene der Bahn seines Planeten um die Sonne (der „Saturns-Ekliptik") zusammenfällt, sondern damit (vergl. Saturn) vielmehr einen Winkel von vollen 30° macht, so werden diese Monde nur selten verfinstert, sondern gehen (wie der Erdmond) meistens über oder unter dem (überdieß nicht so großen) Schattenkegel der (dem Jupiter an Volumen bekanntlich bedeutend nachstehenden) Kugel des Saturn vorbei.

Dagegen haben die Saturnsmonde (vergl. die voraufgehende Anmerkung) wieder Das mit den Jupitersmonden (gleichwie mit dem Erdmonde) gemein, daß sie ihrem Hauptplaneten stets dieselbe Seite zukehren; für den siebenten (also uns nächsten und daher am besten wahrnehmbaren) haben dieß die gemeinschaftlichen Beobachtungen von Cassini und Herschel außer allen Zweifel gesetzt: ein bei demselben regelmäßig eintretender Wechsel der Licht-Intensität läßt sich schlechterdings nicht anders als durch die Annahme erklären, daß die eine Hälfte der Kugel dieses Mondes das Licht ungemein viel weniger, als die andere reflectire, und daß letztere, als die leuchtendere, Hälfte stets dem Planeten zugewendet bleibe, demgemäß wir, als außerhalb der Bahn Stehende, dagegen abwechselnd die eine oder die andere Hälfte zu Gesicht bekommen. Aehnliches in Bezug auf eine solche Verschiedenheit der beiden Halbkugeln habe ich von unserem Monde (s. d. Art. S. 167) präsumirt, und daran die Muthmaßung geknüpft, daß, gleichwie sich die eine (die stets zugekehrte) Hälfte vorzugsweise zur Beleuchtung des Hauptplaneten bestimmt finde, die entgegengesetzte dagegen von der Hand einer wohlthätigen Vorsehung mehr für die Le-

kung darauf aufmerksam gemacht, daß Jupiter wegen seiner starken Masse seinen, zum Beispiele gewählten ersten Mond in einer Entfernung von 60000 Meilen doch schon binnen $1^3/_4$ Tagen um sich herum treibt; — man sieht nun hier, daß Saturn, bei zwar geringerer Masse, aber auch aus viel geringerer Entfernung, das Nämliche für seinen ersten Mond bereits in 22 Stunden bewirkt.

* Ich darf wohl kaum erst bevorworten, daß, der im Art. Bahnen S. 92 nachgewiesenen allgemeinen Himmelsregel gemäß, die Bahnen dieser Saturnsmonde um ihren Hauptplaneten nicht weniger Ellipsen sind; aber sie sind, wie beim Jupiter (vergl. vorn) von so geringer Excentricität, daß die Abweichung vom Kreise außer Acht gelassen werden kann.

benszwecke der Mondbewohner selbst organisirt seyn möge. Die Bestätigung dieser meiner Vermuthung durch dasjenige, was wir nun hier in Betreffe der Saturnsmonde gesehen haben, erscheint mir unter dem teleologischen oder eigentlich astronomisch-religiösen Gesichtspuncte überaus wichtig; und ich beschließe mit einer so interessanten Andeutung meine Betrachtungen der Saturns-„Nebenplaneten," indem ich nur in literarischer Rücksicht noch bemerke, daß man über den sechsten derselben eine wichtige Arbeit von Bessel in den „Astronomischen Nachrichten" Nro. 193 flgd., besitzt, und daß sich Tafeln ihrer Bewegungen zunächst in der kurz vorher citirten „Berliner Sammlung." III. 137 flgd., vorfinden, mit deren Hülfe man also ein „Saturnilabium" (vergl. d. besond. Art.) stellen könnte, wie wir vorher von einem „Jovilabium" gesprochen haben, und zu dessen Anfertigung, wie ich gleich anticipire, überdieß Lalande „Astronomie." §. 2994. ausführliche Anleitung ertheilt. Solchergestalt kann ich denn nunmehr schließlich auf die

„Nebenplaneten" (Monde) des Uranus

übergehen.

Auch der Uranus nämlich, dieser (vergl. d. A. Planeten) Grenzplanet unseres Systems, besitzt Monde, von denen bis jetzt sechs entdeckt sind, wiewohl die Analogie (indem die Zahl der Monde, wie wir am Jupiter mit 4, und Saturn mit 7 Monden gesehen haben, nach Maßgabe der Entfernung der Hauptplaneten von der Sonne zu wachsen scheint) mehrere annehmen läßt. Herschel sen., welcher (vergl. wieder d. A. Uranus) den Hauptplaneten (März 1781) entdeckt hatte, fand (Januar 1787) zuerst auch zwei Monde (jetzt der 2te und 4te, vom Uranus ab rechnend, die größten), und später (1790—94) noch vier andere Monde bei demselben auf. So selten sie ihm bei ihrer außerordentlichen Entfernung und wahrscheinlichen Kleinheit nachher auch wieder zu Gesicht gekommen sind, so hält Er doch die Beobachtungen für sicher genug, um das Daseyn dieser Monde als unzweifelhaft betrachten und ihre Abstände und Umlaufszeiten angeben zu können.* Nur die zuerst bezeichneten beiden größeren ließen sich indeß in ihren Bahnen ordentlich verfolgen; hinsichtlich der übrigen gab das Verhältniß ihrer Abstände zu jenen ersteren, nach der dritten Kepler'schen Regel, welche sich also auch auf das Uranus-Partialsystem angewendet findet, die Umläufe, und Herschel setzte danach diese Umlaufszeiten:

für die Abstände vom Uranus (von seinem Mittelpuncte):			
des 1sten (innersten) Trabanten . . .	48900	Meilen,	. . . . . 5 Tage 21h 25′,
— 2ten	62000	—	. . . . . 8 — 16. 56,
— 3ten	72000	—	. . . . . 10 — 23. 4,
— 4ten	82000	—	. . . . . 13 — 11. 8,
— 5ten	166000	—	. . . . . 38 — 1. 49,
— 6ten	325000	—	. . . . . 107 — 16. 40.

Herschel's Sohn (l. c.) macht dazu noch folgende allgemeine Bemerkung in Betreff dieser Uranus-„Nebenplaneten." „Mit Ausnahme der zwei innersten Satelliten des Saturn (vergl. vorn) gehören die des Uranus zu denjenigen Gegenständen unseres Sonnensystems, welche man am schwersten nicht sowohl beobachten, als nur überhaupt wahrnehmen kann. Zwei derselben (die obigen zuerst entdeckten) existiren unbezweifelt, die vier übrigen sind mehr

* Das Detail wieder in den entsprechenden Jahrgängen der Phil. Transact. oder auch in der schon citirten Franz. Uebers. von John Herschel's „Treatise of Astronomy." S. 397. — Der Deutsche Beobachter Schröter zu Lilienthal („Beiträge zu astronomischen Entdeckungen." S. 189.) hat nie mehr als zwei Uranusmonde (die obigen zuerst entdeckten) zu Gesicht bekommen können.

geahnt als wirklich genau gesehen worden.* Jene zwei zeigen uns indeß eine merkwürdige und unerwartete Eigenschaft, von der wir in unserem ganzen Systeme kein weiteres Beispiel besitzen; ihre Bahnen stehen nämlich fast senkrecht auf der Ebene der Ekliptik, so daß sich diese Uranusmonde, statt wie alle andern Systemskörper, längs der Ekliptik von Westen nach Osten vorwärts, vielmehr in Bezug auf dieselbe weder vor-, noch rückwärts, sondern von Norden nach Süden bewegen, dergestalt, daß sich ihre Längen also gar nicht ändern.** Diese sonderbaren Erscheinungen an der äußersten Grenze unserer Planeten-Welt scheinen uns gleichsam aufneue, ganz verschiedene Anordnungen in anderen Systemen vorzubereiten." — Weiteres fügt John Herschel über die Uranusmonde nicht hinzu; das bis hieher Gesagte dürfte aber wohl überhaupt das Wichtigste nach dem Plane meines Werkes, über die „Nebenplaneten" (Monde) des Jupiter, Saturn und Uranus Anzuführende seyn; und ich beende den Vortrag darüber, da die sonst den Schluß bildenden, erforderlichen historischen und literarischen Notizen, den Umständen gemäß, hier schon im Laufe des Artikels haben beigebracht werden müssen, auch am liebsten mit der vorstehenden erhabenen Idee unseres John Herschel.

* Er (John Herschel) selbst hat sie jedoch nach seiner Versicherung, wahrscheinlich mit Anwendung der großen Instrumente seines Vaters, alle sechs wieder aufgefunden.

** Um hiervon eine recht deutliche Anschauung zu erhalten, stellen sich meine Leser die Ebene der Ekliptik und die mit ihr fast genau zusammenfallende Bahn-Ebene des Uranus vor. Auf der letzteren, und also auch auf der Ekliptik, steht aber (vergl. Uranus) die Aequators-Ebene dieses Planeten, in deren Erweiterung wir uns, bevorworteter maßen, die sechs Monde zu denken haben, senkrecht; und es ist also ganz offenbar, daß diese Monde, statt längs der Ekliptik von Westen nach Osten zu laufen, vielmehr von einem Pole derselben zum andern auf- und niederzusteigen scheinen müssen.

Nebensonnen, Falsche Sonnen; Parhelii, Parhelia; *Parélis* oder Parhélies. Bilder der Sonne, welche sich zuweilen nach außen („neben") der wahren Sonne am Himmel zeigen, meistens durch einen hellen, auch wohl gefärbten Kranz oder Ring unter einander verbunden sind, oder auch schweifähnliche Stücke eines solchen Kranzes an sich haben. Man sieht dergleichen Bilder nicht weniger vom Monde (s. Nebenmonde, wo ich wegen einiges Weiteren eben hierher verwiesen habe); und beide Vorgänge werden zu den glänzenden oder optischen terrestrischen Luft-Erscheinungen gerechnet. — Schon des Namens wegen, welcher einen näheren astronomischen Bezug wenigstens anzukündigen scheint, darf ich den Gegenstand, wiewohl derselbe specieller nur in die irdische Meteorologie gehört, hier nicht ganz unerwähnt lassen.

Die beste Erklärung von der Entstehung dieser „Nebensonnen," deren Erscheinung wohl die meisten meiner Leser schon aus eigenem Anblicke kennen, scheint mir die vom Haager Astronomen des siebenzehnten Jahrhunderts, dem uns vielfach bekannt gewordenen Huygens („Dissertatio de coronis et parheliis" in den Opp. reliq. Amsterdam. 1728. 4.), gegeben zu seyn, welcher dieselben, wie ich auch bereits im eben citirten Artikel Nebenmonde anticipirt habe, gleich den letzteren, von Eisnadeln (oder wohl überhaupt Eis-„Partikelchen"), die man in den höheren Regionen unserer Atmosphäre immer präsumiren darf, ableitet. Er zeigt l. c. sehr augenscheinlich, wie die Brechung und Zurückwerfung der Sonnenstrahlen durch dergleichen Eispartikeln von bestimmter Beschaffenheit das Phänomen nothwendig veranlassen müsse, und man sieht von selbst ein, daß dabei eine große Menge von Modificationen eintreten können, welche sich auch in der That bei den verschiedenen Beobachtungen manifestiren.

Erwähnung solcher „Nebensonnen" geschieht übrigens schon bei den Alten: Aristoteles (Meteor. III. 2.) und Plinius (H. N. II. 2.) sprechen davon.

Von den neueren Ereignissen dieser Art aber zeichnet sich aus eine, zu Rom am 20. März 1629 beobachtete Erscheinung von „Nebensonnen," welche Descartes (Meteor. Cap. X. § 6.) unter dem Namen des „Römischen Phänomens" beschreibt, und welche ich hervorhebe, weil man den Vorgang oft unter diesem Namen ohne weiteres citirt findet, und vergeblich nach der wahren Bedeutung der Benennung sucht. Die schönste solche Beobachtung von „Nebensonnen" verdankt man aber dem Danziger Astronomen Hevel (wir kennen ihn aus dem A. Mond als besonders fleißigen Beobachter namentlich dieses letztern Gestirns), der am 20. Febr. 1661 zu Danzig sieben „Nebensonnen" auf Einmal sah; er beschreibt dieses Schauspiel: „De rarissimis quibusdam Paraselenis" bei seinem „Mercurio in Sole viso." Gedani. 1662. Fol. S. 173.; — und dasselbe wird zuweilen als „Hevel'sches Phänomen" angeführt. Noch andere hierher gehörige Beobachtungen führt der bekannte Hamburger Mathematiker Büsch „Tractatus duo optici argumenti." Hamb. 1783. 8. an; und den Versuch einer neuen, von der obigen Huygens'schen abweichenden Erklärung macht der verewigte Münchener Optiker Frauenhofer „Theorie der Höfe," in Schumacher's „Astron. Abhandl." 3tes Heft. S. 80. Ich darf aber, bevorworteter-maßen, plangemäß hier nicht weiter darauf eingehen, und verweise schließlich nur noch auf den so nahe verwandten Art. Höfe um Sonne und Mond im ersten Bande S. 782. unseres „Astronomischen Wörterbuches."

Nebenwohner;* Perioeci; *Périoeciens.* Ein Ausdruck der mathematischen Geographie, Erdbewohner bezeichnend, welche sich im nämlichen Parallel (des Aequators, also zugleich auf dessen nördlicher oder südlicher Seite), aber in diametral entgegengesetzten Puncten dieses Parallels befinden, und demnach zwar gleiche geographische Breite (gleichen Abstand vom Aequator) haben, aber in Länge um 180° verschieden sind. Ihre Polhöhe ist also gleich, und derselbe Meridian ist ihnen gemeinschaftlich; aber die Meridian-Taghälfte des Einen ist die Nachthälfte des Andern. Die Stunden von Tag und Nacht finden sich daher für „Nebenwohner" einander gerade entgegengesetzt: wenn der Eine von ihnen Mittag hat, so hat der Andere Mitternacht. Dagegen sind für sie, eben ihres gleichen und gleichseitigen Abstandes vom Aequator wegen, die Jahreszeiten und Taglängen dieselben.*

Um hiernächst, dem Vorgetragenen gemäß, für einen Erdbewohner die Stelle seines „Nebenwohners" zu finden, muß man auf einem Globus oder einer Planiglob-Charte (vergl. Planisphär) den

* Nicht zu verwechseln mit den Gegenwohnern und Gegenfüßlern (vgl. beide Art.). „Gegenfüßler," um Alles in Einer Uebersicht zu haben, kehren einander aus gleichen entgegengesetzten Abständen vom Aequator die Füße, „Gegenwohner" (Beide nach der ihnen sichtbaren Aequatorshälfte schauend angenommen) die Augen zu; „Nebenwohner" sind in gleichen gleichseitigen Abständen vom Aequator, in denselben Parallelen, um 180° von einander entfernt. Man würde auch von ihnen sagen können, daß sie „einander die Füße zukehrten," wenn die vom Zenith zum Nadir (Fußpuncte) gedachte Gerade, statt durch das Centrum des Aequators der Erdkugel, eben durch das Centrum des betreffenden „Parallels führte.

* Dabei tritt jedoch ein bemerkenswerther Umstand ein. Nicht immer nämlich, wie man beim ersten Anblicke glauben sollte, sondern nur an den, dieß allgemein bedingenden Aequinoctialtagen (ist Tag und Nacht für die „Nebenwohner" gleich lang, und daher) geht die Sonne dem einen von ihnen in demselben Augenblicke auf, in welchem sie dem andern untergeht. An den übrigen Tagen dagegen geht sie dem einen früher auf, als dem andern unter, demgemäß die beiden Nebenwohner dieselbe dann zugleich über dem Horizonte haben. — Einiges Nachdenken über die Natur der „schiefen Kugel" (Sphaera obliqua), welches meine Leser selbst anstellen mögen, macht die Sache ohne viele weitere Worte klar.

Parallel (die geographische Breite), und in diesem Parallel den Ort jenes ernieren aufsuchen und von demselben ab sodann (im Parallel) östlich oder westlich 180° zählen. Solchergestalt verfahrend, finden meine Leser z. B. die „Nebenwohner" von Leipzig im Kamtschatkischen Meere, in der Gegend der Fuchsinseln, von Paris unter den Aleutischen Inseln, u. s. w.

Neigung der Bahn; Inclinatio orbitae; *Inclinaison de l'orbite.* So heißt der Flächenwinkel, welchen die Ebene der Bahn eines Hauptplaneten (von den Nebenplaneten [Monden] u. s. w. wird sogleich besonders die Rede seyn) oder Kometen mit der Ebene der Ekliptik bildet; diese „Neigung" ist eines der Elemente (vergl. d. A.) der Bahn, und daher von der größten Wichtigkeit für uns. — Wir wissen, daß sich alle übrigen Planeten, gleichwie die Kometen, ganz nach Art unseres Planeten Erde in Bahnen bewegen, welche wir uns hier als concentrische Kreise um die, den gemeinschaftlichen Centralpunct abgebende Sonne (ihren Mittelpunct) vorstellen können. Diese verschiedenen Kreise (der Planeten- und Kometenbahnen) fallen aber dabei nicht zugleich in derselben Ebene zusammen; stellen wir uns die besondere Ebene der Erdbahn (der Ekliptik), auf welche sich der irdische Beobachter natürlich vorzugsweise gern bezieht, zu mehrerer Versinnlichung als eine, solchergestalt durch den Sonnen-Mittelpunct gehende (beliebig erweiterte) Kreisscheibe vor, so liegen die übrigen Planeten- (und Kometen-) Bahnen nicht eben genau in dieser Scheibe, sondern ihre Ebenen machen verschiedene Winkel („Flächenwinkel") damit: durchschneiden sie jede in einer eigenen, durch den Mittelpunct der Sonne gehenden Geraden: der Knotenlinie (vgl. d. A.), welche die Kante des betreffenden „Flächenwinkels," eben der „Neigung der bestimmten Bahn," abgibt, und deren beide Endpuncte die Knoten (s. auch diesen A.) heißen. In diesen „Knoten" geht also der Planet bei seinem Laufe durch die „Scheibe" der Ekliptik; diese beiden Puncte, aber auch nur diese beiden, hat seine Bahn, der Kreis derselben, mit ihr gemein; in diesen beiden Puncten zeigt der Planet daher gar keinen Abstand von ihr, gar keine Breite; — von hier ab aber erhebt er sich mit wachsender Breite über (oder sinkt er unter) jene Scheibe (Ebene der Ekliptik), und erreicht, der Natur der Sache gemäß, 90° von den Knoten seine größte Erhebung (größte Breite) über (oder seine, jener gleiche, größte Erniedrigung unter) der Ekliptik, wovon das Maß also zugleich das Maß des bezeichneten Flächenwinkels, d. h. der „Neigung der Bahn" ist. Die größte Breite und zwar, da die Knotenlinien, bevorwortetermaßen, durch die Sonne gehen, die, wohl zu merken, größte heliocentrische Breite, welche ein Planet (oder Komet*) bei seinem Umlaufe um die Sonne erlangt (sein zweimaliger größter, nämlich ober- und unterwärts Statt findender Abstand von der Ekliptik), ist seine „Neigung." Wir könnten demnach die letztere zunächst finden, indem wir die ihr somit gleiche größte heliocentrische Breite des Gestirns ermittelten; und da dieselbe, wie gesagt, in einem 90° von den Knoten entfernten Bahnpuncte eintritt, so käme es darauf an, dieselbe alldort zu bestimmen; wenn wir uns von diesem Planetenorte einen Perpendikel auf die Ekliptik,** von der Sonne aber

* Von den Monden, auf welche ich hier erst noch kommen wollte, gilt dasselbe; nur bezieht man sich für sie zunächst auf die respectiven Bahnen ihrer Hauptplaneten, also nur für den Erdmond auch auf die Ekliptik; für die Jupitersmonde dagegen auf die Jupitersbahn u. s. w. Eben so spricht man von der „Neigung" des Saturnringes gegen die Saturnbahn. In den Doppelsternsystemen endlich wählt man (vergl. Fixsterne, S. 565.) zur Bestimmung der „Neigung" der Begleitsterne eine dort bezeichnete, durch die Lage des Centralsterns am Himmelsgewölbe gegebene Ebene.

** Man mag ihn, wie wir öfter gethan haben, als mit dem dortigen Breitenkreisbogen zusammenfallend annehmen, wonächst er den „Flächenwinkel der Neigung" unmittelbar mißt.

eine Gerade zu deſſen Fußpuncte und eine zweite zum Planeten ſelbſt denken, ſo ſchließen beide am Sonnen-Mittelpuncte einen, offenbar jener *größten heliocentriſchen Breite*, d. h. alſo dem „*Flächenwinkel der (geſuchten) Neigung*“ gleichen Winkel ein; *dieſer Winkel* oder unmittelbar die ihm gleiche, 90° von den Knoten ſtattfindende (*größte*) *heliocentriſche Breite* iſt danach zu ſuchen.

Das einfachſte Mittel dieſer Darſtellung (zunächſt in der letzteren *unmittelbaren* Art) wäre nun natürlich *jedwede* Beobachtung der *geocentriſchen Breite* des Geſtirns, wenn daſſelbe in ſeiner Bahn nur eben 90° *vom Knoten* wäre, und die demnächſtige Herleitung jener (entſprechenden) *heliocentriſchen Breite* daraus, zu welcher Herleitung beſonders im Art. *Elongation*, S. 310. (man braucht die daſelbſt angewendete Proportion nur umzukehren) Anleitung gegeben iſt. Da dazu aber die l. c. vorgeſchriebenen Beſtimmungsſtücke erfordert werden, deren Kenntniß ich nicht vorausſetzen darf, ſo muß man auf andere Methoden ſinnen, um jene Herleitung des Heliocentriſchen aus dem Geocentriſchen *auf dem dortigen Wege* entbehrlich zu machen.

Denken wir uns alſo (ich will verſuchen, *hier* — vergl. unten — noch ohne Figur fertig zu werden, welche ohnedieß keine rechte ſchnelle Anſchaulichkeit gewährt) bloß die oben beſchriebene, ihrer Lage nach als bekannt vorausgeſetzte *Knotenlinie* zunächſt nur eines *oberen* Planeten (deſſen Bahn demnach die Erdbahn *umſchließt*), und denken wir uns ferner die *Erde*, in *ihrem* Laufe eben in dieſer *Linie* angelangt, wobei auch noch der (von der Erde aus erſcheinende) gleichzeitige Abſtand des Planeten in ſeiner Bahn von den Knoten gerade = 90° ſeyn ſoll, ſo daß er alſo zu dieſer Zeit auch eine (der geſuchten „*Neigung*“ gleiche) *geocentriſche Breite* habe;* fällen wir hiernächſt vom Planeten, bei *dieſer* poſtulirten *beſtimmten* Stellung von Erde (und Sonne) gegen ihn, den bezeichneten Perpendikel (den Breitenkreis-Bogen) auf die Ekliptik: ſo leuchtet alsbald ein, daß der dadurch gemeſſene *Flächenwinkel* (auf den ich mich nun vermittelnd beziehe) *hier* der *geocentriſchen Breite* geradezu gleich iſt,* d. h. daß *hier* die beobachtete *geocentriſche* Breite ſelbſt die geſuchte „Neigung“ abgibt, wodurch der Forderung alſo, wie verlangt wurde, allerdings ohne weiteres Genüge geſchieht. Allein man ſieht leicht, daß die dabei als Bedingung vorgeſchriebene Vereinigung der beiden Umſtände: des Eintreffens der Erde in der Planeten-Knotenlinie, indem der Planet ſelbſt *zugleich* eben genau geocentriſch 90° vom Knoten erſcheint, nur ſelten vorkommen kann; und da die Methode, angegebenermaßen, überdieß auf die *oberen* Planeten eingeſchränkt iſt, ſo bedarf es noch eines allgemeineren, nicht von jener Bedingungs-*Vereinigung* abhängigen, und dabei auf obere *und* untere Planeten gleich ſehr anwendbaren Verfahrens.

Ich nehme demnach an, man habe die Breite eines *oberen* oder *unteren* Planeten, und *wo* er auch in ſeiner Bahn irgend ſtehen möge, beobachtet, indem nur die Erde eben in ſeine Knotenlinie *trat*, und ſich die *Sonne* alſo in einem ſeiner Knoten zeigte (was ſich offenbar immer bewirken läßt, da der Knotenort als bekannt vorausgeſetzt wird und man über die Zeit der Beobachtung Herr iſt). Sey ſodann (Fig. 6. der Tafel IX. dieſes *zweiten* Bandes unſeres Werkes; — ich werde eine ſolche Figur, wenn ſie gleich wiederum nicht volle Anſchaulichkeit gewähren ſollte, doch in dieſem verwickelteren Falle nicht, wie vorhin, ganz entbehren können) P der *Planet* in irgend einem *beliebigen* (entſprechenden) Puncte (P) ſeiner Bahn, indem ſich die (Sonne) *Erde* T nur eben in ſeiner Knotenlinie NST befindet; ſo laſſe man vom Planeten-Bahn-

* Man muß ſich nur Erde und Sonne in der *Knotenlinie* überhaupt, und z. B. *Saturn* (ſ. u.) bei 90° *Knoten-Abſtand* und *gleicher Elongation* denken.

* *Hier* iſt nämlich, wie ich nicht ohne Abſicht in einer Anmerk. noch beſonders hervorhebe, die *beobachtete* „geocentriſche“ Breite der oben zur Bedingung gemachten *größten* „heliocentriſchen“ gleich, und erſetzt ſie demnach.

orte den (oben bezeichneten) Perpendikel PL auf die Ebene der Ekliptik herab, und fälle von den Puncten P und L die beiden andern Perpendikel PR und LR auf den gemeinschaftlichen Durchschnitt jener Ebene der Ekliptik und der Ebene der Planetenbahn, d. h. also auf die Knotenlinie, oder, wie ich mich vorn ausgedrückt habe, auf die „Kante des Neigungswinkels." Der dabei entstehende Winkel PRL zwischen diesen beiden letzteren Linien ist dann gleich dem „Neigungs"winkel; Winkel LTP ist die geocentrische Breite, RTL aber die (bekannte) Elongation (vergl. d. A.) des Planeten; — und man hat in den ex constructione bei R und L rechtwinkligen Dreiecken RTL und PTL

$$TL : RL = r : \sin RTL, \text{ und}$$
$$TL : PL = r : \operatorname{tang} LTP, \text{ also}$$
$$RL : PL = \sin RTL : \operatorname{tang} LTP;$$

zugleich gibt aber der dritte, ebenfalls bei L rechtwinklige Triangel PRL

$$RL : PL = r : \operatorname{tang} PRL,$$

daher $\sin RTL : \operatorname{tang} LTP = r : \operatorname{tang} PRL$,

d. h. sin Elongation : r = tang geocentr. Breite : tang Neigung.

Um von der Anwendung dieser Formel ein Beispiel zu geben, so beobachtete der uns vielfach bekannt gewordene Französische Astronom de la Caille am 12. Januar 1747, Morgens 6 Uhr, den Saturn, und fand dessen Länge = 6 ♊. 26° 12′ 52″, seine nördliche Breite aber = 2° 29′ 18″; die Sonne war zugleich bei 9 ♊. 21° 47′ im (oder doch sehr nahe beim) Knoten des Saturn; und wenn man auf diese Beobachtung die obige Analogie anwendet, so kommt die „Neigung" des Saturn = 2° 30′ 10″ *, welches also, um zu resumiren, heißt: der größte Abstand, den Saturn in seiner Bahn ober- oder unterwärts von der (erweiterten) Ebene der Ekliptik erreichen kann: der von der „Knotenlinie" als Kante begrenzte Flächenwinkel seiner Bahn-Ebene mit der Ebene der Ekliptik, gemessen durch den 90° von den Knoten entfernten Breitenkreisbogen (oder den mit demselben als zusammenfallend — als sein Sinus — zu denkenden **, eben dort vom Planetenbahnorte auf die Ebene der Ekliptik fallenden Perpendikel), beträgt bei dem, hier nur zum Beispiele gewählten Planeten Saturn (vergl. Anmerk.) 2° 29′ 45″. Denn ich bemerke, daß sich diese „Neigung," indem sie, wie gesagt, zu den „Elementen" gehört, bei jedem besondern Planeten (Kometen, Nebenplaneten, Begleitsterne; vergl. vorn) mit den kleinen Veränderungen, welche sie durch die Perturbationen erleidet, und

* So de la Caille; — ich finde bei sehr genauer Rechnung, deren Mittheilung eben in diesem Falle für manchen Leser von besonderem Interesse seyn könnte, 2° 29′ 45″.

Es ist nämlich oben: Länge der Sonne . . . 9 ♊. 21° 47′ 0″,
Länge des Saturn 6 26 12 52,
also Elongation des Saturn . . . . 2 ♊. 25° 34′ 8″,
und seine geocentrische Breite . . . . 2 29 18.

Die Formel: sin Elongation : r = tang geocentr. Breite : tang Neigung
wird also hier sin 85° 34′ 8″ : 1 = tang 2° 29′ 18″ : tang Neigung
d. i. . . . . 0,9970110 : 1 = 0,0434569 : tang Neigung,

also $\operatorname{tang} \text{Neigung} = \frac{0{,}0434569}{0{,}9970110} = 0{,}0435880 = \operatorname{tang} 2° 29′ 45″$,

wie oben.

Meine Leser werden mir nun nachrechnen, und vielleicht meiner Genauigkeit, in Vergleiche zu der unseres de la Caille, Gerechtigkeit widerfahren lassen.

** Ich habe diese Art, den in Rede stehenden Perpendikel anzusehen, an mehreren Orten unsres Werkes geltend gemacht.

über welche sich bestimmter erst dieser Artikel erklären kann, genau angegeben finden muß. — Damit kann ich denn diesen wichtigen und verhältnißmäßig ausführlichen Artikel beschließen, indem ich Leser, welche doch noch mehr Detail verlangen sollten, auf Lalande „Astronomie.“ verweise, wo der Gegenstand Buch VI. weitläuftig behandelt wird.

Neigung der Magnetnadel, s. Compaß S. 194, allwo sich über diese „Neigung“ sowohl, als über die Abweichung der Magnetnadel (deren ein eigener Artikel, wie ich zugleich bemerklich mache, deßwegen auch nicht einmal erwähnt) das Wenige, was davon aus der allgemeinen Physik vor unser astronomisches Forum gehört, angedeutet findet.

Neigung des Meerhorizontes, Depression, in der Schifferſprache die „Kimm“ (welcher Ausdruck im Norddeutſchen den „Rand des Geſichtskreiſes“ bezeichnet) oder Tiefe der Kimm; Depressio horizontis; *Dépression de l'horizon.* So heißt die Neigung des Meerhorizonts unter dem ſcheinbaren, bei den verſchiedenen, für den Beobachter eben Statt findenden Erhebungen über der Horizontalebene. Der Gegenſtand kommt für uns gar ſehr in Betracht, da bei allen auf der See (vom Schiffe) gemeſſenen Geſtirnhöhen eine darauf bezügliche Correction vorgenommen werden muß; und ich bin daher gezwungen, in einiges Detail darüber einzugehen.

Wenn ſich alſo das Auge des Beobachters genau in der Ebene z. B. eines ſtillſtehenden Waſſers ſelbſt befindet, ſo ſcheint ſich ihm dieſe Ebene eben ſo genau zu einer vollkommen wagerechten Kreisſcheibe* zu erweitern, die mit der darüber ausgebreiteten Himmelshohlkugel zuſammenſtößt (ſich darin verliert), und durch dieſen Zuſammenſtoß mit der letzteren an ihr einen Kreis: den (ſcheinbaren) Horizont, ſ. d. A., bildet, von welchem ab bei einer ſolchen Stellung ringsum genau 90° eines größten Kreiſes bis zum Zenith dieſes Beobachters liegen. Erhebt ſich letzterer dagegen auf eine gewiſſe Höhe, ſo ſieht er natürlich unter jenen Horizont hinab: ſein Viſionsradius fällt nicht mehr ſo ganz genau in die angenommene Kreisſcheibe ſelbſt; wenn er denſelben eine Umdrehung machen (den Geſichtskreis beſchreiben) läßt, ſo entſteht gleichſam ein neuer, unter dem vorigen liegender, ein gegen dieſen geneigter Horizont; der Viſionsradius ſtößt nicht mehr vollkommen wagerecht mit dem Himmel zuſammen, ſondern dieſer Zuſammenſtoß erfolgt ſchief gegen die wagerechte Ebene unter ihr; und wenn man alſo von da an zum Zenith zählen wollte, ſo würde man eben ſo natürlich etwas mehr als die obigen 90° finden.

Auf dem Meere (auf dem Meeresſpiegel) iſt dieß nun beſonders bemerklich: ein Schwimmer ſieht den Zuſammenſtoß von Himmel und Waſſer in der vollkommen wagerechten Fläche des letzteren ſelbſt, der auf der Höhe des Verdecks ſtehende Schiffer dagegen ſieht darunter hinab, ſein „Meerhorizont“ neigt ſich gegen jenen „ſcheinbaren“;* und da er zu der, in dieſem Bezuge Eingangs hervorgehobenen Meſſung der Geſtirnhöhen keine andere benützbare Grenze als eben „ſeinen Meerhorizont“ hat, ſo findet er offenbar die Höhen um die „Neigung“ zu groß, und muß ſie, bevorwortetermaßen, davon corrigiren. Die dieſe Correction bedingende Neigung wächſet aber, wie man gleich einſieht, mit der Erhebung des Beobachters über der Horizontal-Ebene; ſie iſt eine Function davon; — wie iſt ſie daraus abzuleiten?

In Figur 7. unſerer Tafel IX. würde es den ſcheinbaren Horizont des im Puncte n der Meeres-Ebene ſelbſt befindlichen Auges abgeben: dieſes Auges ringsum gedachter Viſionsradius, d. h. die Ebene, welche er wagerecht beſchriebe (die Ebene des Geſichtskreiſes), tangirt

* Von der Krümmung (vergl. d. Art. beſonders S. 977) der kugligen Erdoberfläche wird dabei abgeſehen; jedes auf Einmal überſichtliche Stück derſelben iſt hier als eine ganz vollkommene Ebene betrachtet.

* Den Unterſchied zwiſchen „ſcheinbaren“ und „wahren“ Horizont muß ich aus dieſem Art. S. 786 als bekannt vorausſetzen; in der gleich anzuführenden Figur wird letzterer durch ab repräſentirt.

die Erdkugel-Oberfläche in n (fällt dort mit ihr zusammen). Erhebt sich aber der Beobachter darüber um nh, so müßte sich auch die Meeres-Ebene zugleich bis uw, parallel rs, erheben, damit der entstehende neue scheinbare Horizont jenem ersteren entspräche (damit beide nunmehr parallele, genau in parallele Meeres-Ebenen fallende Visionsradien dieselben Stellen des so weit entfernten Himmelsgewölbes träfen, daß der gegenseitige Abstand dieser Parallelen dabei nicht in Betracht käme). Statt dessen sieht der, um nh über n erhabene Beobachter aber vielmehr nach o hinab, sein Visionsradius ho tangirt die Meeres-Ebene (Erdkugel-Oberfläche), statt in n (oder h), in o; der Zusammenstoß von Wasser und Himmel hat für ihn im letzteren Puncte Statt, sein „Meerhorizont" macht mit dem scheinbaren Horizonte rs oder dessen Parallele uw den Winkel who, um den er die in Rede stehenden Gestirnhöhen, welche er also, statt von s (oder w), vielmehr von o an bis zum Zenith Z hin mißt, zu groß findet, und dieser Winkel who ist demnach für die Erhebung nh die „Neigung des Meerhorizontes," d. h. die nothwendig werdende Correction also gemessener Gestirnhöhen. Nun kennt man aber in dem bei o rechtwinkligen Triangel c (Erdmittelpunct) ho, den Erdhalbmesser co (welcher auf der Tangente ho senkrecht steht) und, wenn man dazu die gegebene Höhe nh addirt, auch die Seite ch, womit man (ch : co = 1 : sin cho), $\sin cho = \frac{co}{ch}$, also Winkel cho erhält, dessen Complement who jene Neigung ist.* — Hier sehe ich aber allerdings eine Einwendung auf den Lippen meiner Leser schweben. „Auf dem festen Lande," werden Sie mir sagen, „muß bei gleicher Erhebung über der eigentlichen Horizontal- (z. B. Sand-) Ebene ganz dasselbe eintreten; — weßhalb ist oben nur vom Meerhorizonte die Rede?" — „Auf dem festen Lande," erwiedere ich Ihnen hierauf, „messe ich (vergl. wieder Horizont, S. 788.) nicht von dem bei einer Erhebung des Beobachters über das Erdplanum allerdings auch schief unter die Horizontal-Ebene hinabsinkenden Grenz- (scheinbaren Zusammenstoß-) Kreise zwischen Himmel und Erde an, indem ich mir hier durch gleich feste Aufstellung meines Instruments, z. B. des Quadranten, immer eine, dem scheinbaren (d. h. also, um es nochmals zu wiederholen, dem, von einem im Niveau selbst liegenden Auge beherrschten) Horizonte parallele* Ebene (das uw unserer Figur) verschaffen kann, welches dagegen auf dem schwankenden Schiffe nicht angeht, so daß der Seemann in Ermangelung derselben gezwungen ist, den geneigten Meerhorizont, den Grenzkreis, wo Meer und Himmel zusammen zu stoßen scheinen, als Horizont, von wo an er die Gestirnhöhen mit seinem, bloß in der Hand gehaltenen Sextanten mißt, zu benützen." Dieß wird zur Widerlegung des erhobenen Einwandes hinreichen; — und ich bemerke nur noch, daß die ausübende Nautik ein eigenes Instrument zur unmittelbaren Messung dieser „Nei-

* Eine Tafel dieser „Neigung des Meerhorizontes" für die verschiedenen Erhebungen über dem Meeresspiegel enthält jedes Lehrbuch der Schifffahrtskunde; ich halte die vollständige Aufnahme für meinen Zweck überflüssig. Als Beispiel finden die Leser darin die „Tiefe der Kimm" für eine Erhebung von 50 Fuß über dem Meeresspiegel = 7 Minuten 36″ angegeben; sehen Sie aber (vergl. Erde, S. 355.) den Erdhalbmesser (co) = 19615800 Fuß, so wird ch also = 19615850 Fuß, mithin $\frac{co}{ch} = \frac{19615800}{19615850}$ = 0,9999974 = sin 89° 52′ 24″ (wenigstens sehr nahe), davon das Complement wirklich jene . . . . . » 7 36 sind. — Bei dieser Erhebung von 50 Fuß über dem Meeresspiegel übersieht man also schon (2. [7′ 36″]) 15′ 12″ mehr als 180° von der scheinbaren Himmelskugel.

* Es ist schon oben hervorgehoben, daß der gegenseitige Abstand dieser beiden Ebenen (oder Visionsradien) auf Erden, wofern sie sich nur streng parallel bleiben, gegen den Himmels-Abstand nicht in Betracht kömmt.

gung des Meerhorizonts," zu deren Berechnung ich eben Anleitung gegeben habe, besitzt, welchem sie den Namen Dipsector beigelegt hat, unter welchem ein eigener Artikel, mit Verweisung wegen der Sache selbst hierher, darüber handelt. Schließlich verweise ich Leser, welche noch mehr Detail, als mein Werk über den betrachteten Gegenstand, plangemäß, gewähren kann, verlangen, wie gesagt, auf die eigentlichen Lehrbücher der Schifffahrtskunde (vergl. d. Art.), oder auch auf des verewigten Berliner Hofastronomen Bode „Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel." 2te Aufl. Berlin. 1803. gr. 8. (ein gutes Werk), wo z. B. auch eine solche Tafel, wie ich in der Anmerkung beschreibe, gegeben ist.

Neumond; Novilunium; *Nouvelle Lune.* Diesen Namen gibt man der Erscheinung der von der Sonne abgewendeten, also völlig dunkeln Mondhälfte, oft auch derjenigen Zeit, zu welcher diese Mondphase (vergl. d. A.) Statt hat; mit andern Worten: wenn im Laufe der Phasen des abnehmenden Mondes die nun immer schmaler werdende Sichel dieses Gestirns in den Strahlen der Morgensonne endlich den Blicken ganz verschwindet, um erst einige Zeit nachher in umgekehrter Stellung am Abendhimmel wieder sichtbar zu werden; so sagt man, es sey inzwischen „Neumond"* gewesen. Im strengeren astronomischen Sinne ist der eigentliche Augenblick des „Neumondes" derjenige, zu welchem Sonne und Mond gleiche „Länge" haben (in Conjunction sind), und uns letzterer, dieser Lage gemäß, wie gesagt, nur die von der ersteren abgewendete, also nicht beleuchtete, dunkle Hälfte (Scheibe) ganz zukehrt und daher auf so lange für uns (vergl. jedoch gleich unten) auch unsichtbar ist. Befindet sich der Mond zu diesem Zeitpuncte selbst oder doch angemessen kurze Zeit vor- oder nachher im Knoten seiner Bahn, so tritt (vergl. Finsternisse, S. 474.), indem er dann eben zwischen Erde und Sonne steht, zugleich eine Sonnenfinsterniß ein, er zeigt sich dann als eine solche „dunkle Scheibe" ganz oder zum Theile vor der Sonne, und wird also in diesem, eben angedeuteten Ausnahmsfalle wirklich gesehen.

Beim erwähnten Wiedererscheinen des Mondes am Abendhimmel nach der diesergestalt beschriebenen Phase des „Neumondes" erblickt man ihn, wie nun ferner zu bemerken ist, am frühesten in den Lenzmonaten wieder, weil dann die Ekliptik und die (vergl. Mond, S. 149.) nicht viel von ihr abweichende Mondbahn beim Untergange der Sonne einen größeren Winkel mit dem Horizonte machen,* und der Mond daher, schon bei geringem Abstande von letzterer, noch länger nachher sichtbar bleibt. Hat er dann überdieß nördliche Breite (es ist natürlich von unserer Halbkugel die Rede), so wird dadurch begreiflich sein früheres Wiedererscheinen noch mehr begünstiget, wozu sich noch der Umstand gleichzeitiger Erdnähe gesellen kann, in welcher der Mond mit größerer eigener, der allgemeinen Himmelsbewegung entgegengesetzter (Bahn-) Bewegung fortrückt (also länger über dem Horizonte verweilt). Hevel, der im Art. Mond näher erwähnte fleißige Danziger Mondbeobachter des siebenzehnten Jahrhunderts, in seiner dort namhaft gemachten „Selenographia." (S. 275 flg.) führt an, daß Er selbst den Mond (seine Sichel) zwar nie früher als 40 Stunden nach, und nicht später als 27**

* Der Ausdruck „Neu"-Mond, und zwar in allen Sprachen, kommt sehr natürlich daher, weil damit eine „neue" Reihe von Mond-Wiedererscheinungen, ein „neuer Mondwechsel anhebt.

* Die Ekliptik ändert, wie wir im gleich folgenden Art. Neunzigster noch näher sehen werden, wegen der Umkreisung der Rotationsaxe des Erdkörpers durch ihre Pole, in einem Abstande von über 23°, ihre Lage über dem Horizonte augenblicklich sehr bemerkbar; einige Anstrengung der Einbildungskraft reicht aber hin, um anschaulich zu machen, daß ihr Winkel mit dem letzteren dabei unter der obigen Bedingung besonders groß ausfallen muß.

** Woher dieser Zeitunterschied? — Die Morgendämmerung scheint die Beob-

Stunden vor der Conjunction gesehen habe, daß es aber bei der Vereinigung aller der oben bezeichneten günstigen Umstände möglich seyn möge, dieß schon 24 Stunden vor oder nach dem Augenblicke des wahren Neumondes zu bewerkstelligen. In den Tropenländern gelingt dieß wegen der dort Statt findenden größeren Heiterkeit der Luft, welche das Wahrnehmen selbst eines sehr schmalen erleuchteten Randes namentlich in der (vergl. d. voraufgehende Anmerk.) Abenddämmerung gestattet, besser; und nach Zeugnissen von Reisenden, wie sie wieder Hevel l. c. beibringt, ist es dort vorgefallen, daß man den Mond an Einem und demselben Tage des Morgens kurz vor Sonnenaufgange noch als „alten," und am selbigen Abende kurz nach Sonnenuntergange schon als „neuen" wahrgenommen hat. Kommt er uns, ungewöhnlich bald nach der Conjunction, als eine solche sehr schmale Sichel zu Gesicht, so ist dieselbe, welches meine Leser wohl schon selbst beobachtet haben, dann fast ganz nach unten gekehrt, eine Erscheinung, die sich aus der dann Statt findenden respectiven Lage der erleuchteten Mondhalbkugel (Scheibe) gegen Sonne und Erde erklärt.* — Diese erste Wiedererscheinung (Wiedersichtbarwerdung) des Mondes (jener Mondsichel) nach dem (eigentlichen) Neumonde am Abendhimmel war übrigens für diejenigen alten Völker, welche, wie noch jetzt die Muhamedaner (vergl. Jahr, S. 800, Kalender, S. 836, und Monat, S. 142), nach Mondenjahren und Mondenmonaten zählten und den astronomischen Eintritt des eigentlichen „Neumondes" doch nicht genau zu berechnen verstanden, von großer Wichtigkeit; ihr Monat lief von einem solchen ersten Erscheinen der Mondsichel am Abendhimmel bis zum nächsten Wiedererscheinen derselben, welches von Jedermann wahrgenommen werden konnte, und hieß, eben wegen dieser Beziehung auf die „Erleuchtung" durch den Mond, ein „Erleuchtungsmonat" (oder, wie wieder Hevel „Selenographia," S. 273, sagt, „Luna prima s. novissima," wofür man im Deutschen jenen Ausdruck angewendet hat).*

Noch ist endlich in Bezug auf diese Mondphase zu bemerken, daß, wenn der Mond nach dem „Neumonde" schon bis gegen Ende der Dämmerung über dem Horizonte bleibt, dann (vergl. oben) auch der nicht von der Sonne beleuchtete Theil seiner Scheibe wahrgenommen werden kann; derselbe zeigt sich in einem matten Lichte, welches man von seinem Ansehen das aschfarbige (*lumière cendrée*, s. gleich unten) genannt hat, und welches um so heller erscheint, je eher die Beobachtung nach dem (eigentlichen) Neumonde vorgenommen werden kann, und je heiterer unsere Atmosphäre eben ist. Daß dieses Licht vom Abglanze der Erde, welche ihre Sonne-beleuchtete Hälfte der dunkeln Neumondhälfte zukehrt, herrührt, leidet keinen Zweifel (Hevel hat es — vergl. oben — daher auch richtiger „lumen secundarium" genannt); die Mondbewohner sehen die Erde, angedeutetermaßen, im vollen Lichte (sie haben „Voll-Erde"),** indem bei uns „Neumond" ist; und diese Beleuchtung hat auch einige Tage nachher, wenn der Mond in seiner dann schon sichtbaren Sichelgestalt leichter am Himmel aufgefunden werden kann, noch in hinreichender Stärke*** Statt, um nicht nur den

achtung mehr als die Abenddämmerung zu begünstigen, wovon der Grund wohl in der, durch die vorangegangene Nacht bedingten Disposition unseres Auges liegt.

* Die Leser mögen Ihrer Einbildungskraft durch Anwendung einer zur Hälfte schwarz, zur andern Hälfte weiß gefärbten Holz- oder Pappkugel zu Hülfe kommen, wie ich es erst gemacht habe.

* Vergl. Ideler's (des würdigen, jetzt verewigten Berliner Hof-Astronomen) viel citirtes „Handbuch der Chronologie." I. 262, 269, 512. (Das „Lehrbuch" ist nur ein Auszug daraus.)

** Diese Ideen finden sich, nach einer Bemerkung in meinen Collectaneen, schon beim Möstlin, Professor der Mathematik zu Tübingen († 1631); ich kann aber die Stelle in seinen Schriften nicht näher angeben.

*** Man darf hierbei nicht übersehen, daß die Erde auf dem Monde (s. d. A. S. 160) ziemlich vierzehn Mal größer als der Mond auf der Erde erscheint,

ganzen dunkeln Theil der Scheibe überhaupt, ſondern beſonders auch ſogar manche einzelne, das Licht beſonders gut reflectirende Bergſpitzen u. ſ. w. bemerken zu laſſen. Der uns bekannte Lilienthaler Aſtronom Schröter (vergl. ſeine im eben citirten Art. Mond S. 172 näher bezeichneten „Selenotopographiſchen Fragmente.“ §. 425 flgd. und 460) macht rückſichtlich dieſer Mondbeleuchtung durch „Erdſchein“ noch die überaus intereſſante Bemerkung, daß zwar (vgl. oben) die Stellung des Mondes nach dem „Neumonde“ im März und April Abends eben ſo günſtig zur Beobachtung der Nachtſeite, als im Auguſt und September Morgens vor dem Neumonde ſey, daß man dieſe Nachtſeite aber dennoch im letzteren Falle viel ſchöner ſehe, weil dann das feſte Land der Erde (Europa, Aſien, Afrika) dem Monde zugekehrt ſey, welches mehr Licht reflectire, als das im erſteren Falle gegen dieſes Geſtirn gewendete Atlantiſche Meer. — Mit der Andeutung dieſes Unterſchiedes, welchen unſer großer Mondtopograph Mädler weiter verfolgen ſollte, beſchließe ich den Artikel.

Neunzigſter; Nonagesimus; *Nonagésime.* Dieſen Namen führt derjenige Punct der Ekliptik, welcher für einen gegebenen Moment von ihren beiden, eben im Horizonte befindlichen (alſo vom eben auf- und eben untergehenden) Puncten 90° weit abſteht; mit andern Worten: der „Nonageſimus“ iſt der 90ſte Grad der Ekliptik, vom Horizont an gerechnet; und ſeine Höhe gibt demnach das Maß des Winkels ab, den die Ekliptik eben mit dem Horizonte bildet. — Die ausübende Aſtronomie macht, wie ich, um die Unterſuchung nicht ſteril erſcheinen zu laſſen, gleich hervorhebe, vom „Neunzigſter“ eine mehrfache, unten näher nachzuweiſende Anwendung, daher ich in einiges Detail darüber eingehen muß.

Da die Ekliptik ein größter Kreis iſt, ſo ſchneidet ſie den Horizont (von welchem ſie, als von einem andern größten Kreiſe, halbirt wird) auch immer ſo, daß eine ihrer Hälften über ihm ſteht, und daß alſo die Durchſchnittspuncte um den Halbkreis, um 180°, von einander entfernt ſind; — und der „Neunzigſte“ bezeichnet daher die Mitte zwiſchen jenen beiden im Horizonte liegenden Puncten der Ekliptik, wo ſich letztere zugleich am höchſten über denſelben erhebt. Nicht bloß dieſe Puncte verändern aber bei der täglichen Himmelsbewegung ihre Stelle im Horizonte beſtändig, ſondern die Lage der ganzen Ekliptik gegen den Horizont wird dabei zugleich allaugenblicklich eine andere;* und der „Nonageſimus“ ſelbſt nimmt daher nicht weniger auch immer andere Stellungen zu- und Höhen über demſelben ein. Nur in dem Augenblicke, da die Nachtgleichen eben im Horizonte ſtehen, liegt, wie man ſich leicht vorſtellig macht, der „Nonageſimus“ auch im Meridian (fällt der Solſtitialpunct mit ihm zuſammen), und ſeine Höhe über dem Horizont iſt dann = Aequatorshöhe ± Schiefe der Ekliptik, wo ſich die entgegengeſetzten Zeichen auf den Um-

und ſeine Erleuchtung durch ſie daher auch im nämlichen Verhältniſſe ſtärker ausfällt.

* Da die Ekliptik (der „ſchiefe Kreis,“ wie wir ſie in dieſem Art. S. 294 bezeichnet haben) den Aequator unter einem Winkel, einer „Schiefe“, von 23½° durchſchneidet, ſo hat ſie auch ihre beſondern Pole, welche in einer, jener „Schiefe“ gleichen Weite von den Weltpolen abſtehen, und ſich in den 24 Stunden der Tagesbewegung (auf den Polarkreiſen) um jene bewegen. Aus dieſer Umdrehung in dieſer Stellung folgt, wie man leicht einſieht, die allaugenblicklich andere Lage der Ekliptik gegen den, wohl auf dem Aequator, aber nicht auf ihr perpendicularen Meridian, und gegen den Horizont, von welcher ſteten Aenderung mit Verweiſung wegen des Näheren hierher ſchon im vorangehenden Artikel die Rede geweſen iſt; die, um es mit noch andern Worten zu wiederholen, jene Pole verbindende Axe der Ekliptik umläuft bei jeder Rotation des Erdkörpers ſeine Rotationsaxe auf den Polarkreiſen, und bringt die ſich alſo mitdrehende (nachgezogene) Ekliptik ſelbſt dabei natürlich allaugenblicklich in eine andere Lage gegen den Horizont und gegen den, angemerktermaßen, nur auf dem Aequator, nicht aber auf dem „ſchiefen Kreiſe“ perpendicularen Meridian.

ſtand beziehen, ob für unſere Halbkugel eben die nördliche (+), oder ſüdliche (−) Hälfte der Ekliptik über dem Horizont iſt. In allen andern Fällen iſt der „Nonageſimus“ von demjenigen Puncte der Ekliptik, der zu dieſer Zeit im Meridian ſteht, und daher der culminirende Punct (der „Ekliptik,“ und alſo nicht zu verwechſeln mit dem, die Mitte des Himmels, vergl. d. A., bezeichnenden, eben culminirenden Aequatorspuncte) verſchieden; wird z. B. eine von den Nachtgleichen, ſtatt wie vorher im Horizonte, vielmehr im Meridian angenommen, ſo fällt der „Neunzigſte“ am weiteſten abend- oder morgenwärts, d. h. ſein Azimuth wird dann ein Größtes. Für alle ſolche Fälle läßt ſich der „Neunzigſte“ aber durch Auflöſung eines Kugeldreiecks berechnen, wenn Polhöhe des Ortes, Schiefe der Ekliptik und Abſtand der Nachtgleiche vom Mittage gegeben ſind, wozu ich hier nun nähere Anleitung ertheilen will. *

Nach Fig. 8. iſt dl die halbe Ekliptik an der Oſtſeite des Himmels; dS der dort über dem Horizont ſtehende Theil derſelben, welcher über 90° austrägt. Ein vom Nordpole der Ekliptik e durch den Scheitelpunct Z auf die Ekliptik bis zum Horizont gezogener größter Kreis, eZuw, der zugleich ein Breiten- und Verticalkreis wird, bezeichnet in der Ekliptik den Punct u, der alsdann der 90ſte Grad („*Nonagesimus*“) vom auf- und untergehenden und daher der höchſte über dem Horizont iſt; wu iſt die Höhe dieſes 90ſten Grades über dem Horizont = Ze = dem Abſtande des Zeniths vom Pole der Ekliptik (eu = Zw = 90°; 90° − Zu = Ze), und weil uS = 90° und der Winkel uwS ein rechter iſt, ſo iſt S der Pol des Kreiſes uw, und der Winkel uSw mißt gleichfalls die Höhe des 90ſten Grades; der Bogen u♈ iſt der Abſtand des 90ſten Grades vom Widderpunct weſtlich; d iſt der culminirende Punct der Ekliptik und A des Aequators oder die Mitte des Himmels (vergl. oben). Kennt man nun letztere für eine gewiſſe Zeit, ſo läßt ſich der zuſtimmende Punct der Ekliptik finden; und geſetzt, deſſen Abweichung ſey ſüdlich = Ad, ſo wird bei der bekannten Polhöhe die Höhe des culminirenden Punctes der Ekliptik Rd bekannt. Es ſey ferner noch der Winkel der Ekliptik mit dem Meridian = SdR gegeben, ſo iſt in dem bei R rechtwinkligen Dreiecke dRS, Rd und der Winkel SdR bekannt; und nun wird cos Rd sin SdR = cos dSR = dem Winkel des aufgehenden oder untergehenden Punctes der Ekliptik mit dem Horizonte, der allemal der Höhe des 90ſten Grades wu gleich iſt. * Die Länge des 90ſten Grades findet ſich aus: cot Rd . cos SdR = der cot eines Bogens, welcher in dieſem Falle von 180° ſubtrahirt Sd gibt. Da aber hier der Bogen der Ekliptik ud zwiſchen dem 90ſten Grad und dem culminirenden gleich iſt, Sd − 90°, ſo hat man cot Rd . cos SdR = tang ud. Nun gibt du, zum culminirenden Puncte der Ekliptik addirt, die Länge des 90ſten Grades und damit deſſen Abſtand vom ♈ Punct, und 90° = uS, zur Länge von u addirt, gibt die Länge des aufgehenden Punctes der Ekliptik. Wenn 0° ♉ und 0° ♌ culminiren, ſo liegt, wie geſagt, der 90ſte Grad der Ekliptik mit dieſen Puncten zugleich im Meridian, wenn die Zeichen ♉, ♒, ♐, ♑ und ♓ culminiren, ſo ſteht der 90ſte Grad und mit ihm der größte Theil der Ekliptik an der Oſtſeite des Himmels, hingegen an der Weſtſeite, wenn die 6 übrigen Zeichen ♌, ♎, ♏, ♍, ♊ und ♈ den Meridian paſſiren. Steht 0° ♉ im Meridian, ſo geht 0° ♎ unter und 0° ♈ auf, und der Winkel der Ekliptik mit dem Weſt- und Oſt-Horizont iſt der kleinſte. Iſt aber 0° ♌ im Meridian, ſo geht 0° ♈ unter und 0° ♎ auf, und jener Winkel iſt der größte. Er iſt in beiden Fällen der Höhe des culminirenden Punctes der Ekliptik gleich. —

* Ich folge dabei einer mir vorliegenden Darſtellung des verewigten Hofaſtronomen Bode zu Berlin, welcher mir den nicht ganz leichten Gegenſtand noch am klarſten zu behandeln ſcheint, und laſſe, zur Begünſtigung dieſer Klarheit, ſelbſt einige Wiederholungen paſſiren.

* Die Ekliptik durchſchneidet den Oſt- und Weſthorizont für jeden nämlichen Augenblick unter einem gleich großen Winkel, deſſen Maß die jedesmalige Höhe ihres 90ſten Grades über dem Horizont gibt.

Die Eingangs erwähnte mehrfache Anwendung des „Nonagesimus“ sodann, worauf ich nach dieser Anleitung zu seiner Bestimmung hier zurückkommen wollte, wird vorzüglich bei Berechnung des kosmischen und akronyktischen Aufganges (vergl. den Art. Aufgang, S. 82) und Unterganges der Gestirne und der Parallaxe gemacht, insofern diese letztere nämlich mit Beziehung auf die Ekliptik ermittelt werden soll, in welchem Falle der „Nonagesimus“ eine eigene (zwar weniger gebräuchliche und daher im betreffenden Art. „Finsternisse“ von mir auch nicht besonders aufgeführte, hier aber doch nicht ganz mit Stillschweigen zu übergehende) Methode zur Behandlung der Mond- und Sonnenfinsternisse gewährt.* Wir haben im gedachten Art. nämlich die Parallaxe des Mondes als eines der wichtigsten Elemente zur Darstellung des Vorganges der Finsternisse kennen gelernt; weiß man aber die Länge des „Nonagesimus“ und die gleichzeitige Länge des Mondes, so nimmt man beider Differenz, welche demnach den Abstand des Mondes vom „Neunzigsten“ gibt, und solchergestalt in Verbindung mit der Höhe des Nonagesimus und der Breite des Mondes die in Rede stehende Parallaxe dieses Gestirns, und zwar in Länge und Breite, also, wie ich oben sage, „mit Beziehung auf die Ekliptik“ finden läßt. Ausführliche Anweisung dazu beim Lalande „Astronomie.“ §. 1663 flgd. und 1876 flgd., wohin ich wegen weiterer Verfolgung des Gegenstandes, welche mein Werk plangemäß nicht zuläßt, schließlich verweise.

Niedersteigender Knoten, siehe Knoten, S. 918.

Niedersteigende Zeichen, s. Zeichen.

Nivelliren, s. Wasserwage, wohin in Instrumente, astronomische, S. 818, verwiesen ist.

* Ich finde in meinen Collectaneen, daß es unser Kepler (vergl. dessen „Epitome astronom. Copernic.“ S. 888) gewesen ist, welcher die erste Anwendung von dieser Methode zur Berechnung der Finsternisse gemacht hat.

Nördliche Abweichung, nördliche Breite u. s. w., vergl. die Art. Abweichung, Breite u. s. w. selbst.

Nonagesimus, s. Neunzigster.

Nonius, s. Vernier.

Nord, Norden, s. Mitternachtspunct.

Norden und Süden, als physischer Gegensatz. „Es ist auffallend,“ bemerkt der verewigte Wiener Astronom Littrow an mehreren Orten seiner Schriften, namentlich in dem durch ihn bearbeiteten Artikel Venus, der mehrfach citirten neuen Ausgabe des Gehler'schen „Physikalischen Wörterbuches,“ „es ist auffallend, daß bei allen Planeten, welche wir in dieser Beziehung näher untersuchen können, die südliche Hemisphäre auch immer die gebirgigere und kältere ist, so daß „Norden und Süden,“ wenigstens in unserem Sonnensysteme, nicht bloß einen mathematischen Gegensatz zu begründen, sondern auch in ihren physischen Eigenschaften wesentlich von einander unterschieden zu seyn scheinen, etwann in der nämlichen Art, wie schon nach Franklin's (des bekannten großen Nordamerikanischen Physikers) Behauptungen der Magnetismus des Planeten Erde.“ — Diese wichtige Bemerkung, welche ich auch bereits im Artikel Mars, S. 76, hervorgehoben habe, kann hier freilich nur erst noch als eine Andeutung stehen; indeß wiederhole ich sie in diesem besondern Artikel, um dadurch vielleicht Anlaß zu ihrer Verfolgung, und somit zur Aufhellung einer der interessantesten Nachtpartien der planetarischen Topographie zu geben.

Nordlicht, Nordschein; Aurora borealis, Lumen boreale; *Aurore boréale*, Lumière boréale. Diese schöne, den meisten meiner Leser wohl schon aus eigener Anschauung bekannte, auch auf eine andere Veranlassung bereits im ersten Bande unseres Werkes, S. 1018, näher geschilderte Erscheinung besteht im Allgemeinen in einem starken, oft hochrothen oder feuerfarbenen Lichte, aus welchem hellere Lichtsäulen gegen den Scheitelpunct aufsteigen, und welches sich in unsern Gegenden zuweilen, öfter aber

weiter nordwärts* zeigt. Die eigentliche Erörterung dieses viel besprochenen Meteors gehört in die specielle irdische Meteorologie; ich gestehe, daß mich von allen über das „Nordlicht" bis jetzt gewagten Hypothesen keine in dem Maße als die von Kastner** aufgestellte befriediget hat, welcher die Nord- und Südscheine für die, den magnetischen Erdpolen periodisch entstrahlende Erdelektricität hält. Dieß ließe sich vielleicht ohne viele Mühe auf Franklin's Ansicht zurückführen, nach welcher das Nordlicht als eine Folge der Wiederherstellung des elektrischen Gleichgewichtes zwischen der Polarluft und der Luft der wärmeren Erdstriche erscheint. Das Hauptverdienst der Physiker aber, welche sich in der neueren Zeit mit Beobachtung des Nordlichtes beschäftiget haben, besteht in der Nachweisung seines Zusammenhanges mit den Phänomenen des tellurischen Magnetismus. Die Erde hat bekanntlich zwei magnetische Axen und also vier magnetische Pole, welche in nicht zu großen Entfernungen vom Nord- und Südpol der Erde liegen. Polarlichte (Nord- und Südlichte) sieht man an allen diesen vier Polen. Der höchste Punct des Lichtbogens ferner liegt (wenigstens in nicht sehr hohen Breiten) stets im magnetischen Meridian; und die Lichtsäulen sind parallel mit der Richtung der resultirenden Magnetkraft an jedem Orte. Ist das Nordlicht unruhig, so zeigt sich auch die Magnetnadel unruhig, weicht in Zeit von wenigen Minuten um drei, vier, ja fünf Grade von ihrer Normalstellung ab, und hat zuweilen eine sehr veränderliche Bewegung, zum deutlichen Beweise, daß die Magnetkräfte der Erde gleichzeitig in großer Aufregung sind. Diese, unzählige Male beobachteten, in der französischen Marinesprache unter dem Namen der „affolements" bekannten Affectionen der Abweichungsnadel zur Zeit des Eintritts der Polarlichte scheint eine augenblickliche Bestätigung für deren magnetische, oder, wenn man bei der nahen Verbandtschaft beider Kräfte will, elektrische Natur abzugeben.

Auf diese Andeutung muß ich mich aber, wie gesagt, über den nicht streng astronomischen Gegenstand beschränken, und verweise Leser, welche ihn weiter verfolgen wollen, namentlich noch auf eine denselben behandelnde, verdienstliche Monographie von Dr. Ideler (Sohn des jetzt verewigten Berliner Hofastronomen): „Ueber den Ursprung (der Feuerkugeln und) des Nordlichtes." Berlin. 1832. gr. 8.

Nordpol am Himmel, s. Weltpole.

Nordpol der Erde, s. Erdpole.

Nordschein, s. Nordlicht.

Nutation, s. Wanken der Erdaxe.

* Man hat, wiewohl seltener, auch „Südlichter" beobachtet, worauf ich in einem besondern Artikel zurückkomme.

** Vergl. Gren's (ehemaligen Professors zu Halle) „Grundriß der Naturlehre." 6te, durch Kastner, Professor der Physik zu Bonn, besorgte Aufl. (gutes Werk!) Halle. 1820. gr. 8. S. 844.

O.

Obere Planeten, s. Planeten.

Objectivglas, s. Fernrohr, S. 425.

Objectivlinse, s. Mikroskop.

Objectivmikrometer, s. Heliometer, gleich Eingangs in der Anmerkung.

Observation, s. Beobachtung.

Octant (Hadley'scher), s. Spiegel-Quadrant.

Ocularglas, s. Fernrohr, S. 426.

Opposition, Gegenschein; Oppositio; *Opposition* (das astronomische Zeichen dafür ist ☍). Zwei Gestirne, welcher Art sie auch seyn mögen (Hauptplaneten unter einander, oder mit der Sonne oder mit Nebenplaneten, Fixsternen, oder diese letzteren verschiedenen Himmelskörper untereinander) befinden sich (vgl. Aspecten, S. 53) für uns in der „Opposition," im „Gegenscheine,"

wenn ihre Längen (die Puncte in der Ekliptik, welche sie selbst einnehmen, oder, da die Bahnebenen nicht mit der Ekliptik zusammenfallen, sondern nur die Knoten [vergl. d. A.] mit ihr gemein haben, wohin ihr Breitenkreis trifft), von der Erde* aus betrachtet, um den Halbkreis um 180° verschieden sind: sie stehen sich dann, den Planeten Erde zwischen sich habend, einander am Himmel gegenüber; sie befinden sich in demselben, durch beide Pole der Ekliptik gedachten und also auf der (erweiterten) Ebene der letzteren senkrechten (Breiten-) Kreise (seiner Ebene), aber der eine auf dem einen durch die Pole begrenzten Halbkreise desselben, der andere auf dem andern und bei gleichem oder ungleichem (oder, wenn sie im angeführten Falle eben in der Ekliptik selbst sind, gar keinem) Abstande von jener Ebene; das eine dieser Gestirne geht dann ungefähr zu der Zeit auf, zu welcher das andere untergeht, es ist ungefähr** in der oberen Meridianhälfte, wenn dieses dagegen die untere erreicht. Letzteres tritt z. B., um gleich den uns bekanntesten nächsten Fall hervorzuheben, für den Vollmond ein, wenn sich die Länge des Mondes von der Länge der Sonne um den Halbkreis, um die obigen 180°, unterscheidet, und der Mond also der Sonne, wo nicht in der Ebene der Ekliptik selbst,* doch in der bezeichneten, auf derselben senkrechten Ebene seines Breitenkreises dergestalt gegenüber steht, daß der Planet Erde eben zwischen beiden Gestirnen liegt; so befindet sich der Mond, unserer Definition gemäß, mit der Sonne in „Opposition," im „Gegenscheine:" wir haben dann, in Folge seiner Lage gegen Sonne und Erde, „Vollmond," und sehen ihn, indem die Sonne solchergestalt eben die untere Meridianhälfte erreicht, d. h. etwann um Mitternacht, angegebenermaßen, in dessen obere Hälfte treten.

Am wichtigsten für die Astronomie sodann sind jedoch die Oppositionen der oberen Planeten (d. h. derjenigen, z. B. gleich Mars, deren Bahnen die Erdbahn umschließen) mit der Sonne, sie geben für diese „oberen" Planeten Dasjenige ab, was die (unteren) „Conjunctionen" (vergl. d. A. S. 201) für die unteren sind. Wenn sich ein oberer Planet, z. B. wieder Mars, mit der Sonne in Opposition befindet, so liegt der Punct der Ekliptik, welchen (wofern er sich nicht, wie oben bevorwortet worden, gerade selbst in der Ebene derselben, im Knoten befindet) sein Breitenkreis trifft, eben mit den Mittelpuncten von Erde und Sonne in derselben Geraden, und seine geocentrische Länge ist dann seiner heliocentrischen gleich, dergestalt, daß man durch bloße Beobachtung der ersteren also unmittelbar eine solche letztere erhält. Wir wissen aber, daß sich alle planetarische Bewegung auf die Sonne bezieht, und daß sich das Gesetz dieser Bewegung demnach nur auf die Kenntniß „heliocentrischer" Oerter begründen läßt, wie dergleichen Oerter (Längen) also im Falle der „Opposition" durch die dann zu erlangenden gleichen geocentrischen vertreten

* „Geocentrisch": denn heliocentrisch können die Aspecten ganz andere seyn, indem die Erde z. B. den Mars mit der Sonne in Opposition findet, sieht ihn die Sonne mit der Erde in Conjunction.

** „Ungefähr;" — damit dieß ganz genau der Fall würde, müßten, wie man leicht einsieht, die beiden Gestirne, zugleich abgesehen von aller Eigenbewegung, sich einander, statt mit Bezug auf die Ekliptik, vielmehr mit Bezug auf den Aequator, um 180° gegenüber stehen; sie müßten, statt in Länge, in gerader Aufsteigung um 180° verschieden seyn, denn nur vom Aequator und seinen Parallelen, nicht aber von der Ekliptik schieben sich in gleichen Zeiten auch gleiche Bögen durch den Horizont und Meridian. — Ich habe auf diesen Umstand schon im verwandten Art. Conjunction, S. 204, aufmerksam gemacht, welchen Art. ich zu vergleichen bitte.

* In den „Knoten," — welche Vereinigung von Umständen eine (vergl. Finsternisse, S. 435) centrale Mondfinsterniß veranlassen würde, worüber die Erörterungen hier aber nicht weiter her gehören.

werden. Nehmen wir an, die Erde befinde ſich heute mit dem Mars in Oppoſition, alſo in der angegebenen Art zwiſchen ihm und der Sonne, ſo durchläuft ſie mit ihrer bekanntlich raſcheren Bewegung von da ab ihre ganze Jahresbahn (ein oder mehrere Mal), und trifft, jenen Bahnweg über den Einen vollen Umlauf (oder die mehreren vollen Umläufe) noch weiter fortſetzend, mit dem ihr in ſeiner Bahn langſamer nachrückenden Mars nach einiger Zeit wieder (zum zweiten Male) in „Oppoſition“ zuſammen. Die zwiſchen zwei ſolchen nächſten Wiederzuſammenkünften der Erde mit einem oberen Planeten, wie hier mit Mars, in Oppoſition, heißt dieſes „oberen Planeten“ ſynodiſcher (vergl. d. A.) Umlauf; und es läßt ſich daraus deſſen tropiſcher* Umlauf, auf den es eben zunächſt ankommt, durch ein Verfahren ableiten, zu dem ich, eine weitere Betrachtung für den Schluß aufſparend, nun übergehe.

Man benützt aber bei dieſem Verfahren, welches, wie ich gleich bevorworten muß, die Kenntniß der ungefähren Dauer der Umlaufszeit des oberen Planeten, die man dadurch nur auf das genaueſte beſtimmen will, nicht, wie oben, zwei grenzende, ſondern vielmehr der Zeit nach möglichſt weit aus einander liegende Oppoſitionen,** um ſolchergeſtalt einen Mittelwerth zu erhalten, für welchen ſich die mehrfachen, die einzelnen Umläufe bald in einem, bald im entgegengeſetzten Sinne afficirenden ſtörenden Einflüſſe compenſiren. So war, nach einer Beobachtung von Ptolemäus, bei einer Oppoſition des Mars: die Länge dieſes Planeten

im Jahre 130 n. Chr. am 13. Decbr. 11^h 48′ Abends*** = 2 Z. 21° 22′ 50″;

Caſſini fand dieſelbe bei einer ſpäteren Oppoſition, im Jahre 1709, am 4. Januar . . . . . 5. 48′ Abends = 3. 14. 18. 25.

Unterſchied = 1578 J. 11 T. 18 St. { „ 22° 55′ 35″,

oder, da von dieſen 1578 Jahren $\left(\frac{1578}{4} =\right)$ 394 Schaltjahre ſind, 576375 Tage, 18 Stunden. In dieſer Zeit hat Mars mit der, bevorwortetermaßen, „ungefähr“ bekannten Umlaufsgeſchwindigkeit 839 ganze Umläufe und darüber die obigen 22° 55′ 35″ gemacht; und man erhält alſo die Proportion:

$$839 \cdot 360^\circ + 22^\circ\,55'\,35'' : 576375\tfrac{3}{4}\text{ Tage} = 360^\circ : \text{Zeit Eines tropiſchen Umlaufes,}$$

welche Zeit man daraus = 686 Tage 22 Stunden 16 Minuten findet.**** (Ich nehme dieſes Beiſpiel aus des uns bekannten Franzöſiſchen Aſtronomen Caſſini, Jacques, „Élémens d'Astron.“ S. 469, wo man die ganze weitläuftige Rechnung nachſehen kann).

Auf dieſe Weiſe iſt nun aber zwar die Zeit zwiſchen zwei ſehr weit aus einander liegenden „Oppoſitionen,“ und ſolchergeſtalt die daraus folgende

* „Tropiſcher.“ nicht ſideriſcher, weil dabei von Längen die Rede iſt, welche man von dem Nachtgleichenpuncte, der von den „Tropen“ immer gerade um 90° abſteht, woher die Benennung, an rechnet.

** Gerade wie bei den unteren Planeten, ſehr weit auseinander liegende Conjunctionen (vergl. d. A. S. 202).

*** Die Zeit iſt auf den, für die zweite Beobachtung benützten Pariſer Meridian reducirt.

**** Im Art. Mars, S. 69. iſt die mittlere Dauer der tropiſchen Revolution dieſes Planeten, nach den ſchärfſten neueren Beſtimmungen, = 1 Jahr (von 365 Tagen 6 Stunden) 321 Tage 16 Stunden 19 Minuten, alſo von Caſſini's obiger Ermittlung, wie man ſieht, nur um 3 Minuten verſchieden, angeſetzt.

tropische Revolution bekannt geworden; allein man könnte, ohne erst zur unmittelbaren Beobachtung seine Zuflucht nehmen zu wollen, auch die Zeit zwischen einer Opposition des Mars (ich wähle ihn wieder) und der nächstfolgenden, d. h., der obigen Definition gemäß, die Dauer Eines synodischen Umlaufes des oberen Planeten selbst wissen wollen, und hierzu dient nun, umgekehrt, wieder die eben festgestellte Dauer der tropischen Revolution, welche man solchergestalt zunächst aus weit von einander liegenden Oppositionen ohne jene specielle Kenntniß abgeleitet hatte. Dividirt man nämlich mit derselben die 360° des ganzen Umfanges der Marsbahn, so erhält man die mittlere tägliche Bewegung dieses Planeten

$\left(\frac{360^\circ}{687}\right)$ = ... 31′ 26″;

und in derselben Art ist die mittlere tägliche Bewegung des Planeten Erde = . 59. 8

bestimmt worden.

Mit der Differenz . . 27′ 42″ entfernen sich beide Planeten täglich von einander, und treffen also wieder in „Opposition" zusammen, wenn diese Differenz* = 360° geworden ist, welches die Proportion:

27′ 42″ : 1 Tage = 360° : gesuchten synodischen Umlaufszeit des Mars,

gibt, die man solchergestalt (vergl. d. A. Mars, l. c.) = 2 Jahre 49 T. 12 h findet.**

Dieß würde über „Opposition" in Bezug auf die oberen Planeten eben so hinreichen, wie ich mich in „Conjunction" (untere) in Bezug auf die unteren darauf beschränkt habe, wenn die einzige Absicht bei den betreffenden Beobachtungen die Bestimmung der Dauer der Umläufe wäre. Oft bezweckt man aber auch überhaupt eine Vergleichung mit den Tafeln zur eventuellen Verbesserung derselben, und unter diesem, schon vorn angedeuteten, weiteren Gesichtspuncte füge ich noch die nachstehenden, zugleich den citirten verwandten Art. Conjunction ergänzende Darstellung bei:

Die Vergleichung des beobachteten Ortes der Planeten mit dem aus seinen Elementen berechneten, oder mit dem „tabellarischen" Orte desselben wird nämlich besonders bei den Beobachtungen der „Oppositionen" der Planeten angewendet, welche für die Theorie derselben immer von vorzüglichem Werthe sind, weil, angeführtermaßen, die geocentrische Länge des Planeten in der Opposition gleich seiner heliocentrischen, oder gleich derjenigen Länge ist, die man aus dem Mittelpuncte der Sonne oder aus dem Mittelpuncte der Bewegung aller Planeten beobachten würde. Um diese

* Es folgt hieraus, daß der synodische Umlauf um so länger dauert, je kleiner diese Differenz ist, eine Bemerkung, auf welche wir zurückgeführt werden werden.

** Nennt man die tropische Umlaufszeit des Mars T, der Erde t, so erhält die obige Proportion die Gestalt:

$\frac{360^\circ}{t} - \frac{360^\circ}{T}$: 1 Tage = 360° : synodischen Umlaufe,

woraus derselbe (gleichwie in Aspekten, S. 53) = $\frac{tT}{T-t}$ kommt. — Man dürfte sich hierbei indeß vielleicht nicht gleich recht vorstellig machen können, wie es zugeht, daß die Erde über zwei volle Umläufe zur Wiedervereinigung mit dem Mars in Opposition (zur synodischen Einholung) gebraucht, da doch dessen periodischer (tropischer) Umlauf nur Ein Jahr und 322 Tage dauert. Sey also Fig. 9. der Tafel IX. S die Sonne, M der Mars, und demnach die Erde in E mit ihm im „Gegenscheine," so durchläuft sie ihre ganze Bahn Einmal, und ist wieder in E, indeß Mars den Punct 2 seiner Bahn erreicht hat. Von hieraus bleibt er aber voraus und kommt (eben weil sein tropischer Umlauf nicht volle zwei Erdumläufe dauert) eher wieder nach M, als die Erde beim zweiten Umlaufe nochmals E erreicht, so daß sie ihn also erst nach diesen zwei Umläufen links von M synodisch wieder einholen (mit ihm in die nächstfolgende „Opposition" treten) kann. — Dieß macht den Vorgang vollkommen anschaulich.

heliocentrische Länge aber mit der größten Genauigkeit zu erhalten, und überhaupt diese Beobachtungen, nächst den obigen Herleitungen, auch jenem letzteren Zwecke derselben, der Verbesserung der Tafeln, gemäß anzustellen, verfährt man auf folgende Art. Man befreiet die unmittelbar beobachtete Rectascension und Declination des Planeten von der Refraction und Parallaxe, und bringt sie mit der scheinbaren Schiefe auf geocentrische Länge und Breite. Für die Zeit der Beobachtung sucht man aus den Sonnentafeln die Länge ☉ der Sonne, und daraus die Länge der Erde L = ☉ + 180° 0′ 20,″25,* und aus den Planetentafeln die heliocentrische und geocentrische Länge und Breite (vergl. beide Artikel), und bringt an die letzten die Nutation der Länge und die Aberration der Länge und Breite an. Der Unterschied des beobachteten und des berechneten Ortes des Planeten gibt die Correction des Planeten in geocentrischer Länge und Breite. Diese Correctionen können aber wegen der unvermeidlichen Beobachtungsfehler selbst noch einer kleinen Verbesserung bedürfen. Um sie daher mit größerer Schärfe zu finden, beobachtet man mehrere Tage vor und nach der Opposition den Planeten, bestimmt jeden Tag die beiden Correctionen der Tafeln, und nimmt dann das Mittel aus allen Tagen, wodurch man also die Correction $d\lambda$ der Länge und $d\beta$ der Breite mit der größtmöglichen Genauigkeit erhält.

Aus diesen Beobachtungen selbst bemerkt man schon auf den ersten Blick, an welchem Tage die Opposition fällt. Man sucht daher für die zwei Tage, welche den Tag der Opposition zunächst einschließen, die geocentrische Länge und Breite der Tafeln, und verbessert sie durch die bereits bekannten Correctionen $d\lambda$ und $d\beta$. Für dieselben beiden Zeiten sucht man auch die wahre Länge der Erde, und daraus durch eine einfache Proportion erstens die genaue Zeit der Opposition, und zweitens die geocentrische Länge und Breite für diese letzte Zeit.

Wenden wir das Vorhergehende auf folgende Beobachtungen der Pallas (vergl. den bald folgenden Art.) an:

1804 mittl. Z.	Mailand**	beobacht. Rectasc.	beobacht. Declin.
August 27 . .	11h 50′ 59″	333° 42′ 44.″3 . .	+ 5° 33′ 39.″1
28	46 17	333 31 20.6	5 22 10.4
29	41 35	333 19 58.1	5 10 29.9
30	36 54	333 8 35.9	4 58 42.7
31	32 13	332 57 17.7	4 46 45.7

Diese Beobachtungen sind bloß von den Fehlern des Instrumentes und von der Refraction befreit. Aus der ersten findet man, wenn man die Declination um die Höhenparallaxe 2.″4 vergrößert, mit der scheinbaren Schiefe 23° 27′ 55.″5 die geocentrische Länge 337° 42′ 29.″3, und die geocentrische Breite + 15° 19′ 50.″0. Aus den Tafeln aber oder aus den Elementen findet man, wenn man die aus ihnen berechnete geocentrische Länge und Breite durch Aberration und Nutation auf scheinbare bringt, die scheinbare geocentrische Länge 337° 35′ 5.″1 und Breite 15° 22′ 6.″3, also gibt dieser Tag die Correction der Tafeln $d\lambda = +$ 7′ 24″2, und $d\beta = -$ 2′ 16.″3, und so findet man für alle fünf Tage

* Vergl. Abirrung des Lichtes, S. 19. — Ich bevorworte aber überhaupt, daß diese Emendation nur für geübtere Leser geschrieben ist, wogegen sie von andern Lesern leicht übergangen werden kann. Ich habe sie, wie gesagt, zur gleichzeitigen Vervollständigung des Art. Conjunction, in welchem auch dieserwegen ausdrücklich hierher verwiesen ist, nothwendig erachtet, da, auseinandergesetztermaßen, die (unteren) Conjunctionen der unteren und die Oppositionen der oberen Planeten zu den allerwichtigsten astronomischen Beobachtungen gehören.

** Die hier in Rede stehenden Beobachtungen sind nämlich auf dem Observatorium zu „Mailand“ angestellt, und beziehen sich demnach eben so auf den dortigen Meridian, wie die oben angeführten Cassini'schen auf den Pariser.

August 27	$d\lambda = +$ 7′24″2	$d\beta = -$ 2′16.″3
28	7 27.7	2 11.8
29	7 29.1	2 13.5
30	7 29.9	2 13.9
31	7 30.1	2 18.1
Im Mittel	$d\lambda = +$ 7′28.″3	$d\beta = -$ 2′14.″7

Da die Opposition den 30. August gegen 5^h fällt, so nehme man die bereits für den 29. August berechnete Länge 337° 4′ 18.″5 und Breite 15° 8′ 54.″8, verbessere die erste um $d\lambda = 7'28''3$, und die andere um $d\beta = -\ 2'\ 14.''7$, wodurch man erhält:

Verbess. tabell. Länge: Verbess. tabell. Breite: Wahre Länge der Erde: $\odot + 180° 0' 20.''25$.

August 29. $11^h 41' 35'' = t$. 337° 11′ 46.″8 $= \lambda$. 15° 6′ 40″1 $= \beta$. 336° 18′ 54.″1 $= L$.

und eben so „ 30. 11 36 54 $= t'$. 336 56 22.2 $= \lambda'$. 14 59 53.3 $= \beta'$. 337 16 49.3 $= L'$.

Differenz $23^h 55' 19''$. $-$ 15′24.″6. $-$ 6.46.8. $+$ 57.55.2.

Ist daher $\vartheta = \dfrac{t'-t}{(L'-L)-(\lambda'-\lambda)}$; so ist die gesuchte Zeit T der Opposition:

$$T = t + (\lambda - L)\,\vartheta \text{ oder } = t' - (L'-\lambda)\,\vartheta,$$

also $T = 30.$ August $4^h 56' 36''$;

für diese Zeit ist demnach die verbesserte geocentrische oder heliocentrische Länge der Pallas:

$$\lambda - (T-t)\frac{(\lambda'-\lambda)}{t'-t} = \lambda' + (t'-T)\frac{(\lambda'-\lambda)}{t'-t} = 337° 0' 40.''0,$$

die verbesserte geocentrische Breite derselben aber:

$$\beta - (T-t)\frac{(\beta'-\beta)}{t'-t} = \beta' + (t'-T)\frac{(\beta'-\beta)}{t'-t} = 15° 1' 46.''8.$$

Man hat daher als Endresultat aller Beobachtungen:

Zeit der Opposition 30. August 4^h 56′ 36 mittl. Zeit Mailand,

heliocentrische und geocentrische Länge 337° 0′ 40.″0,

geocentrische Breite $+$ 15° 1′ 46.″8;

und es ist damit also, wie man sieht, eben unsere Absicht der verlangten „Tafel-Correction" erreicht.

Noch muß ich, ehe ich diesen wichtigen Artikel beende, an den Gebrauch erinnern, welchen der scharfsinnige Kepler von den, deßwegen auch mit so besonders hervorgehobenen Oppositionen des Mars zur Berichtigung der gesammten Planetentheorie gemacht hat, und worüber sich das Weitere in Kepler'sche Regeln, S. 902, vorfindet.

Die Ausdehnung des von uns also auf diesen Planeten Mars eingeschränkten obigen Verfahrens zur Herleitung der tropischen und siderischen Umlaufsdauer aus den „Oppositionen" auch auf die übrigen „oberen Planeten" endlich anlangend, so verweise ich dieserwegen auf Lalande „Astronomie." §. 1158, in welchem Werke, wie ich schließlich anführe, §. 3950 flgd., außerdem eine sehr detaillirte Anweisung zur Berechnung einer Opposition des Saturn unter einschränkenden Nebenbedingungen ertheilt wird.

Optik; Optica s. Optice; *Optique.* Unter diesem Ausdrucke im weiteren Sinne versteht man die ganze Lehre von der Bestimmung des Weges der Lichtstrahlen; im engeren Sinne dagegen nur den Inbegriff der vom geradlinigen Fortgange des Lichtes handelnden Sätze, wogegen die Betrachtung der gebrochenen Lichtstrahlen der Dioptrik, und der zurückgeworfenen der Katoptrik überlassen bleibt. Ueber die letzteren beiden optischen Disciplinen, als astronomische Hilfswissenschaften, handeln eigene Artikel unseres Werkes, daher ich es hier und unter demselben Gesichtspunct nur mit der „Optik im obigen engeren Sinne" zu thun habe. Was daraus aber, in der Sache selbst, vor unser astronomisches Forum gehört, das habe ich im Vortrage über Licht beigebracht, daher ich mich hier auf einige historische und literarische Notizen beschränken kann.

Der obigen Definition der Optik, im angegebenen engeren Sinne, liegt also (vergl. den citirt. Art. Licht, S. 42.) das Princip geradliniger Fortpflanzung der von selbstleuchtenden Körpern, namentlich der Sonne, der Fixsterne unmittelbar, von für sich dunkeln und nur beleuchteten Körpern, z. B. Planeten, Monden, aber nur mittelbar ausgehenden Lichttheilchen * zu Grunde; und dieses Princip war, wie aus einigen in den philosophischen Schriften zerstreuten Stellen hervorgeht, bereits in den Schulen der Griechischen Weltweisen, besonders der Platonischen, admittirt. Außer jenen Einzelstellen ist aus dem Alterthume eine Art von System der Optik, unter welchem Namen man, wie wir gleich näher sehen werden, damals noch die Gesammtheit der Wissenschaft begriff, indem die Trennung in die drei oben bezeichneten Disciplinen erst später Statt gefunden hat, auf uns gekommen, welches man dem Euklides zuschreibt, und welches sich wenigstens in der durch den Schottischen Mathematiker Gregory besorgten Gesammt-Ausgabe der Euklideischen Werke (Oxon. 1706. Fol.) befindet. Dagegen ist eine „Optik" des Ptolemäus verloren gegangen, und wir wissen ihre frühere Existenz nur aus den Citaten in Roger Baco's (des bekannten Englischen, 1292 zu Oxford als Mitglied des Franciscaner-Ordens verstorbenen Philosophen) Schriften (Ausgabe: London. 1733. Fol.). Unter den Arabern sodann hat Alhazen (wir kennen ihn aus Atmosphäre, S. 75) ein optisches Werk geschrieben, welches in lateinischer Uebersetzung dem „Opticae Thesaurus." (Basil. 1572. Fol.) einverleibt ist.

Man verstand aber auch noch zu dieser Zeit unter dem Ausdrucke „Optik," wie gleich oben, die drei speciellen Lehren der Dioptrik, Katoptrik und eigentlichen Optik, welche letztere man mit der besonderen Benennung der Perspective den beiden ersteren entgegensetzte; und in diesem Sinne ist also der Titel eines darüber aus dem dreizehnten Jahrhundert auf uns gekommenen Werkes des

* Ich bevorworte, hier bloß im Sinne der (Newton'schen) Emanationstheorie zu sprechen, als deren Anhänger ich mich bekenne, ohne dieselbe darum Lesern, welche der Undulationstheorie den Vorzug schenken, aufdringen zu wollen. Die Entscheidung des Streites zwischen beiden gehört gar nicht in die Astronomie.

Erzbischofs zu Canterbury, Peckham: „Perspectiva communis“ (ed. Hartmanni. Norimb. 1542. 4.) zu verstehen.

Nach der „Wiederherstellung der Wissenschaften im Occident“ (wofern dieser Ausdruck in einer solchen Allgemeinheit überhaupt zulässig ist) traten mehrere Schriftsteller im optischen Fache auf, von welchen ich mich begnüge, den Jesuiten Aguilonius, als Verfasser des weitläuftigen Werkes: „Opticorum libri VI.“ Antverp. 1613. Fol., namhaft zu machen. Auch dieses Werk vermengt, unter dem gewählten Namen der „Opticorum,“ noch die Lehren der „Perspective“ (in der eben definirten Bedeutung), Dioptrik und Katoptrik; und erst etwas später fing man auf Veranlassung der Entdeckung der Fernrohre und Brechungsgesetze an, jene Lehren der eigentlichen Optik, Dioptrik und Katoptrik, unter diesen drei besondern Namen, sorgfältig von einander zu trennen, sie aber auch in dieser Absonderung noch unter der gemeinschaftlichen Benennung der „Optik im weiteren Sinne“ (wie ich Eingangs sage) oder „Optik“ (im Allgemeinen) vorzutragen. In solcher Art nun handelt namentlich das, zwar jetzt schon etwas veraltete, aber darum doch nicht minder vortreffliche Werk: „Vollständiger Lehrbegriff der Optik, nach dem Englischen des Smith durch (unsern) Kästner.“ Altenburg. 1744. 4., die genannten drei optischen Disciplinen successiv ab. Mit demselben kann man, besonders was die indeß gemachten optischen Entdeckungen betrifft, John Herschel's (des Sohnes) berühmte Schrift: „Vom Lichte.“ Deutsch durch Eduard Schmidt. Stuttgart. 1831., verbinden. Außerdem führe ich schließlich die „Analytische Optik.“ Von Schleiermacher. Darmstadt. 1842. gr. 8., an, deren Verfasser jedoch vor Vollendung seines Buches, welche nun durch andere Hand wird besorgt werden müssen, verstorben ist. — Dieß wird unter unserem hier aufgestellten Gesichtspuncte über „Optik“ genügen.

Optischer Ort, s. Ort, optischer.

Optischer Winkel, s. Sehewinkel.

Optische Täuschungen, s. Gesichtsbetrüge.

Orient, s. Morgenpunct.

Ort, geocentrischer, s. Geocentrisch.

Ort, heliocentrischer, s. Heliocentrisch.

Ort, jovicentrischer, s. Jovicentrisch.

Ort, mittlerer; Locus medius; *Lieu moyen.* Man fingirt in der Planetentheorie bekanntlich einen mittleren Planeten (vergl. d. A.), welcher die Bahn des wahren Planeten um die Sonne eben so mit einer (gleichförmigen) mittleren (durchschnittlichen) Geschwindigkeit durchliefe, wie sie letzterer mit der wahren (bald größeren, bald kleineren) wirklich durchläuft; der jedesmalige, auf die Sonne als den angegebenen Umlaufs- (Central-) Punct bezogene (heliocentrische) Ort eines solchen „mittleren Planeten“ in der Bahn heißt, im Gegensatze des bezeichneten wahren, der „mittlere Ort“ des Planeten (in der Bahn).

Außerdem braucht die neuere Astronomie den Ausdruck „mittlerer Ort“ („mittlere“ Position) aber auch noch in einer anderen Bedeutung. Der Ort nämlich, wo wir (jetzt also geocentrisch) die Gestirne, sprechen wir zunächst namentlich nur von Fixsternen, am Himmel wirklich erblicken, ihr Beobachtungs-gemäßer, erscheinender (ich sage nicht gern „scheinbarer“) Ort (Locus apparens; *Lieu apparent*) hängt mit von der Abirrung und, in Bezug auf den Nachtgleichenpunct, auch von der Präcession (und der dieselbe modificirenden Nutation) ab; abstrahirt man gänzlich von diesen Umständen (wozu man auch noch die Refraction, und für die übrigen Gestirne die Parallaxe zählen könnte), so heißt der durch Rechnung davon befreiete Ort des Gestirns, im Gegensatze des beobachteten (des „lieu apparent,“ des „sinnlich-wahren“), ebenfalls der „mittlere Ort“,* mit welcher Erklärung ich nun

* Man vergleiche hiermit noch, was über den Begriff mittleres (und wahres) und

nur noch den alsbald folgenden Artikel Ort, ſcheinbaren, zu vergleichen bitte.

Ort, optiſcher; Locus opticus; *Lieu optique.* Wenn das Auge A, Tafel X. Fig. 1., den ſichtbaren Punct C. und zugleich hinter demſelben eine Fläche DE ſieht, daß ihm alſo C den Punct der Fläche a verdeckt, ſo heißt a der „optiſche Ort" von C auf dieſer Fläche für das Auge A. Für andere Stellen des Auges ändert ſich, wenn Fläche und Punct die vorigen bleiben, dieſer optiſche Ort: für das Auge B z. B. iſt b der „optiſche Ort" des Objects C auf der Fläche DE. Alsdann heißt ab (als Maß des Winkels aCb = ACB) die Parallaxe (vergl. d. A., mit Bezug auf welchen ich bei dieſer Erläuterung über den Begriff des „optiſchen Ortes" um ſo ſorgfältiger ſeyn muß).

Wofern der Beobachter hierbei durch keinerlei andere Wahrnehmung auf die Bemerkung eines Abſtandes zwiſchen C und DE geleitet wird, ſo urtheilt er nach den gewöhnlichen Regeln des Sehens, C ſtehe in der Fläche DE, alſo in a oder b ſelbſt; er hält durch einen Geſichtsbetrug (vergl. d. A., beſonders aber auch Entfernung, S. 313) den „optiſchen Ort" für den wahren, ſo daß in dieſem Falle jener optiſche Ort zugleich ein ſcheinbarer (ſ. d. gleich folgenden Art.) wird.

So ſehen wir die Geſtirne an der ſcheinbaren blauen Wölbung des Himmels (an der Innerfläche der eingebildeten Himmelshohlkugel), ohne einen Abſtand derſelben von dieſer Kugel-Hohlfläche wahrzunehmen; ihre Stellen ſind nur optiſche Orte, werden aber, dem Anſcheine gemäß, für wahre gehalten, und ſind daher auch ſcheinbare.

Geht das Auge ferner, wiederum ohne ſich dieſer Bewegung bewußt zu werden, z. B. von B nach A über, ſo ſcheint ſich ihm das Object C umgekehrt durch ba zu ſchieben; — und dieß iſt ganz eigentlich dasjenige, was uns bei der täglichen Himmelsbewegung begegnet, bei welcher uns die Geſtirne (C) von b nach a (von der Linken zur Rechten) zu gleiten ſcheinen, indeß vielmehr wir ſelbſt, vermittelſt der weiter nicht empfundenen Arendrehung der Erdkugel, dagegen umgekehrt wirklich in der Richtung BA (von der Rechten zur Linken) fortgeführt werden.

Endlich — und dieß iſt nun rückſichtlich des gleich hervorgehobenen Bezuges zur Parallaxe ſo beſonders wichtig — zeigt ein bloßer Blick auf unſere Figur, daß bei gleich bleibendem Abſtande der Standpuncte A und B von einander der Winkel bei C (eben die Parallaxe) in dem Verhältniſſe abnimmt, als die Entfernung des Punctes (des Geſtirns) C von A und B zunimmt, und daß dieſer Winkel bei einer, gegen jenen Abſtand unverhältnißmäßig großen Entfernung ganz unmerklich werden muß, demgemäß ſich die beiden andern Winkel bei A und B dann zuſammen als zwei rechte, und die Geſichtslinien AC und BC als parallel zeigen. Die Beobachtung lehrt dieß beſonders von den Fixſternen; wäre ihre Entfernung von uns nicht unermeßlich groß, ſo müßten wir, AB gleich den Durchmeſſer (alſo als immer gleichen Abſtand zwiſchen A und B) der Erdbahn denkend, den „optiſchen Ort" des Fixſterns C, von A aus in a, von B aus in b, und alſo die („doppelte jährliche") Parallaxe (vergl. „Parallaxe," jährliche) = einem bemerklichen Winkel ACB finden, wogegen ſich derſelbe in der Wirklichkeit, wie geſagt, vielmehr als faſt ganz unmerklich, und AC ſomit parallel BC ergibt. — Unter dieſem Geſichtspuncte werde ich alſo den Begriff des „optiſchen Ortes" im Art. Parallaxe weiter zu verfolgen haben.

Ort, „ſcheinbarer" (der Ausdruck ſcheint mir — vergl. Ort, mittlerer — in ſeiner ganzen, hier davon gemachten Anwendung nicht vollkommen adäquat, iſt aber für dieſelbe einmal recipirt); Locus apparens; *Lieu apparent.* In der gewöhnlichen Bedeutung heißt zunächſt derjenige Ort, an welchem man, dem nach dem Anſcheine gefällten Geſichtsurtheile gemäß, einen Gegenſtand zu ſehen glaubt, der „ſcheinbare

ſcheinbares „Aequinoctium" zu Schluſſe des Art. Nachtgleiche beigebracht wird.

Ort" des Gegenstandes. Einem — wie ich dieß Beispiel in dem vorangehenden Art. Ort, optischer, welchen ich zu vergleichen bitte, gebraucht habe — (Tafel X. Fig. 1.) in der Gesichtslinie A anstehenden Gestirne C entspricht an der Hinterfläche DE der vermeinten Himmelshohlkugel der „optische" Ort a; indem sich aber zwischen C und a Nichts befindet, wodurch unser Urtheil über den wirklichen Abstand dieses Gestirns C von seinem „optischen Orte" a an der Fläche DE geleitet werden könnte, so versetzen wir dasselbe, wiewohl es frei vor dieser Fläche im Aether schwebt, doch an selbige selbst, und machen dadurch den optischen Ort zum „scheinbaren."

Außerdem aber hat uns sodann der Artikel Ort, mittlerer (s. diesen A.), noch einen andern Sinn, in welchem die heutige Astronomie den Ausdruck „Ort, scheinbaren" („Position, scheinbare") gebraucht, kennen gelehrt. Erstlich nämlich afficirt die Aberration (vergl. Abirrung des Lichtes) den Himmelsort eines Gestirns: wir sehen dasselbe dadurch meistens etwas weiter vorgerückt, als ohne diesen Umstand der Fall seyn würde; und bei Vergleichung des Gestirns, zweitens, mit dem Nachtgleichenpuncte kommt die Präcession (sammt der sie modificirenden Nutation) in Betracht, wodurch der Abstand des Gestirns von diesem Puncte größer erscheint; diese Einflüsse (wozu man — vergl. Geocentrisch, S. 603 — noch die Parallaxe und die Refraction rechnen könnte) bestimmen im angedeuteten Sinne der neueren Astronomie den Begriff des „scheinbaren" (des sinnlich-wahren, Beobachtungs-gemäßen) Ortes (des „lieu *apparent*" in engerer Bedeutung), als Gegensatz des mittleren, worunter man (l. c.) angeführtermaßen den durch Rechnung von solchen Einflüssen befreieten Ort des Gestirns versteht.

Ort, wahrer, namentlich eines Planeten in der Bahn, vergl. Ort, mittlerer sub initio, oder gleich Mittlerer Planet. — Was unter „wahres" Aequinoctium im Gegensatze des „mittleren" und „scheinbaren" zu verstehen sey, darüber erklärt sich der Schluß d. A. Nachtgleiche.

Orthographisch, vergl. d. A. Projectionen, oder auch schon Landcharte, S. 34, wo von der Anwendung der „orthographischen Projection" zur perspectivischen Entwerfung ganzer Welttheile auf der Ebene einer Landcharte (eines Bogens Papier) ausführlich die Rede ist.

Oscillation, s. Schwingung.

Ost, s. Morgenpunct.

Ostergrenze; Terminus paschalis; *Terme pascal.* „Ostern" ist bekanntlich ein „bewegliches," vom Mondlaufe abhängiges Fest, kann aber aus den, im Art. Kalender S. 857. in allem Detail entwickelten Gründen nach Gregorianischer Rechnung nie früher als den 22sten März, nie später als den 25sten April einfallen, welche beide Tage daher den obigen Namen der „Ostergrenze" führen.

Ostern, Osterfest, s. d. gleich folgenden Art. Oster-Rechnung, da das „Fest" nur unter dem Gesichtspuncte dieser Berechnung vor das astronomische Forum gehört.

Oster-Rechnung; (nach Analogie der voran für „Ostergrenze" gebrauchten Ausdrücke, wenn nicht eine Umschreibung angewendet werden soll:) Calculus paschalis; *Calcul pascal.* So heißt die Berechnung des Tages, an welchem das, bekanntlich vom Mondlaufe abhängige und also „bewegliche" Osterfest eines gegebenen Jahres fällt. Anweisung zu dieser Berechnung habe ich im Art. Kalender S. 858 ertheilt; ausführlicher, als es der Plan meines Werkes gestattet, erklären sich darüber die diesem Gegenstande besonders gewidmeten Lehrbücher der mathematischen Chronologie, namentlich Ideler's (des jetzt verewigten Berliner Hof-Astronomen, viel citirtes, classisches) „Lehrbuch der Chronologie." Berlin. 1831. gr. 8. S. 345 flgd. Außerdem hat aber unser Göttinger Astronom Gauß in v. Zach's „Monatliche Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde." Jahrgang 1800

S. 121. eine allgemeine, dazu dienende analytische Formel vorgeschrieben, welche sich auch in der Ersch-Gruber'schen gemeinen Encyklopädie" im betreffenden Art. „Oster-Rechnung" benützt findet, und wohin ich Leser, welche mein Vortrag (l. c.) über diesen Gegenstand nicht befriediget, verweisen muß.

P.

Pallas; Pallas; *Pallas*. Dieß ist der Name eines der * kleinen Planeten (Planetoiden, unter welchem Collectiv-Artikel gemeinschaftlich von ihnen gehandelt werden wird), deren Bahnen zwischen den Bahnen des Mars und Jupiter liegen. Das Zeichen dieses „Gestirnchens" („Asteroiden," „Planetoiden") ist eine Lanze ⚴

Ich habe, besonders im verwandten Art. Ceres, den ich zu vergleichen bitten muß, ein Abstandsgesetz der verschiedenen Planeten unseres Systems von der Sonne nachgewiesen, welches Gesetz unter dem Namen der „Wurm'schen (nach einem seiner Entdecker, dem verewigten Professor Wurm zu Stuttgart) Reihe" schon früher bekannt war und sich, mit einziger Ausnahme der „Aetherkluft" zwischen Mars und Jupiter, in der ein Glied fehlte, durchgängig bestätigte. Man mußte daher dort einen noch nicht entdeckten Planeten vermuthen; diese Vermuthung ward auch wirklich durch die Auffindung des eben genannten Planetchen Ceres erfüllt; die Aufmerksamkeit der Astronomen blieb aber seitdem auf die betreffende Himmelsregion gerichtet; — und also gelang es dem Bremer Astronomen Olbers ** am 28st. März 1802, in derselben noch einen Planeten (Planetchen), eben unsere Pallas zu entdecken. Der uns vielfach bekannt gewordene, große Göttinger Astronom Gauß übernahm schon nach wenigen Beobachtungen die Berechnung der Bahn dieses neuen Systemkörpers, und führte dieselbe nach der, in der „Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis Solem ambientium." Hamburg. 1809. gr. 4. näher entwickelten, vortrefflichen Methode mit solchem Erfolge aus, daß man die Bahn sogleich als eine, der Länge der großen Axe nach von der Ceresbahn * wenig verschiedene, sehr excentrische und gegen die Ekliptik (vergl. unten) sehr geneigte Ellipse be-

* Von denen bisher vier: Ceres, Juno, Pallas, Vesta (vgl. die besondern Art.) bekannt waren, bis Hencke in Driesen, gegen Ende v. J. (1845) einen fünften: Asträa, entdeckte, von welchem im Collectiv-Artikel Planetoiden nachträglich die Rede seyn wird.

** Olbers, Heinrich Wilhelm, geb. 1758 zu Arbergen im Herzogthume Bremen, erhielt seine erste Bildung auf der Domschule zu Bremen, studierte dann Medicin zu Göttingen, und ließ sich nach vollendeten Studien als praktischer Arzt zu Bremen nieder. Er zeichnete sich als solcher aus, erhielt 1811 den von Napoleon auf die beste Abhandlung über die häutige Bräune ausgesetzten Preis, folgte aber nebenbei einer innigen Neigung für Astronomie, in welcher Wissenschaft er Großes geleistet hat. Seiner „Anweisung zur Berechnung der Bahnen der Kometen" ist schon in diesem Artikel, als einer Meisterarbeit, Erwähnung geschehen; hier lernen wir Ihn als Entdecker der Pallas kennen, und der Art. Vesta wird Ihn uns ebenfalls als Entdecker dieses „Planetoiden" zeigen. So viele Verdienste blieben aber auch nicht ohne Anerkennung; am Tage des Jubiläums dieses würdigen Mannes überraschte Ihn der Senat von Bremen durch Mittheilung des Beschlusses, daß seine Marmorstatue öffentlich ausgestellt werden solle. — Olbers starb 1840, also über 80 Jahr alt, tief betrauert von Allen, die Ihn näher gekannt haben, und zu denen auch der Verfasser dieser Zeilen glücklich genug gewesen ist, sich zählen zu dürfen.

* Oder vielmehr der Bahnen aller fünf Planetoiden; sie sind, rücksichtlich dieser Dimension, sämmtlich nicht zu sehr von einander verschieden.

zeichnen, auch ihre Elemente mit hinreichender Genauigkeit angeben konnte. Letztere sind indeß noch mehr berichtiget worden, und ich finde sie bei Schumacher „Jahrbuch für 1837." Seite 108. für

1831. Juli 23. 0^h mittlere Berliner Zeit:

Mittlere Entfernung der Pallas von der Sonne = 2,773 (Halbmesser der Erdbahn) = ...	57000000 Meilen.
Siderische Umlaufszeit = 1686,3 Tage = 4 J. (zu 365 ¼ T.)	225 T. * 7 St.
Tropische — = 1686 — = 4 — —	225 — —
Synodische — = 466 ** — = 1 — —	101 — —
Mittlere tägliche Bewegung	12′ 48″.
Mittlere (heliocentrische) Länge in der Bahn (Epoche ***) .	290° 38′ 11″.
Länge des Perihels in der Bahn	121 5 — .
daß also die Differenz	169° 33′ 11″
die mittlere Anomalie für die zu Grunde liegende (obige) Zeit abgibt.	
Excentricitätswinkel	14° — — ,
davon der Sinus	0,2419.
die Excentricität in Theilen der halben großen Axe (= 1) der Pallasbahn bildet.	
Größte Mittelpunctsgleichung	27° 55′ 22″.
Neigung **** der Bahn gegen die Ekliptik	34° 35′ 49″.
Länge des aufsteigenden Knotens auf der Ekliptik .	172° 38′ 29″.

Hierbei ist jedoch zu bemerken, daß diese rein elliptischen Elemente den wahren Ort der Pallas nur annähernd geben können, da der Nachbar-Planet Jupiter durch seine große Masse überaus störend auf den Lauf des Gestirnchens einwirkt, so daß diese Störungen nach den Vorschriften der Theorie der Perturbationen (vergl. d. A.) stets auf das Sorgfältigste mit in Rechnung gebracht werden müssen.

Pallas, um nunmehr auf die übrige Beschaffenheit dieses Planetchens überzugehen, ist, gleich den vier andern „Planetoiden," ein überaus kleines Gestirn; Schröter's, des Lilienthaler Astronomen (Lilienthaler Beobachtungen der Planeten Ceres, Pallas, Juno [Vesta war damals noch nicht entdeckt, und Asträa ist dieß, wie gesagt, erst ganz kürzlich], Göttingen. 1805. 8.) Messungen geben demselben nur die Größe des Erdmondes; Herschel (der Vater) aber (Phil. Transact. f. 1802. passim) findet den Durchmesser sogar kaum =

* Das tropische Jahr der Pallas ist also 7 Stunden kürzer als das siderische, wogegen diese Differenz für den Planeten Erde nur etwann 20 Minuten beträgt. Man sieht aber (Jahr, S. 800.) leicht ein, daß sie mit der Dauer der Revolution überhaupt zunehmen muß.

** Diese Kürze der „synodischen" Umlaufszeit könnte überraschen; ich habe indeß in Opposition, S. 236., darauf aufmerksam gemacht, daß jene Zeit um so kürzer ausfallen muß, je größer die Differenz zwischen der periodischen Bewegung des betreffenden Gestirns und der Erde ist. Nun beträgt aber diese Differenz für Pallas und Erde täglich schon etwann $^4/_5{}^0$; und man hat in der That $^4/_5{}^0$: 1 Tage = 360° : etwann der obigen Dauer des synodischen Umlaufes der Pallas. Die l. c. gewiesene Formel $\frac{Tt}{T-t}$ für unsern Fall $\frac{1686 \cdot 365\,^1/_4}{1686-365\,^1/_4}$ zeigt dieß noch unmittelbarer.

*** Vergl. d. A. S. 334, 2te Spalte.

**** Pallas zeigt hiernach, wohin ich auch schon oben deute, fast die größte (nur Juno [vergl. d. A.] kommt ihr gleich) Excentricität und die größte Neigung im ganzen Systeme.

1/6 Secunde, welches auf diese Entfernung linear etwann 30 Meilen austrägt. Da Pallas sich nicht scheibenartig, scharf begrenzt, sondern etwann wie ein Komet (ich komme auf diesen Umstand im Collectiv-Artikel Planetoiden zurück) von Nebel umhüllt zeigt, so ist diese Verschiedenheit in den Messungs-Angaben wohl erklärlich. Weiteres, in den Plan meines Werkes Gehöriges habe ich über diesen kleinen Himmelskörper nicht beizubringen, und verweise Leser, welche ein mehreres Detail verlangen, schließlich besonders auf die obige Lilienthaler Schrift.

Parabel;* Parabola; *Parabole*. Die „Parabel" ist ein Kegelschnitt (vgl. d. Art.); wenn ein senkrechter Kegel (auf welchen ich mich hier, wie in diesem Art., beschränke) durch eine Ebene parallel mit seiner Seite geschnitten wird, so ist die dabei auf der Oberfläche des Kegels entstehende Curve eine „Parabel;" und zwar heißt dieselbe, zum Unterschiede von andern parabolischen Linien, die Apollonische, weil sich der Griechische Geometer Apollonius von Perga viel mit ihr beschäftiget hat. Diese Curve ist für uns von einiger Wichtigkeit, indem man bei Berechnung der Bahnen der Kometen (vergl. d. Art. S. 927 flgd.), wiewohl diese Bahnen (s. Bahnen, S. 92 und 96.) nicht weniger als die Bahnen aller übrigen uns bekannten Gestirne unausnamentlich Ellipsen sind, den in der Sonnennähe liegenden Bogen zur Erleichterung des Verfahrens als eine „Parabel" betrachtet (indem man für diesen, obgleich in der That auch elliptischen Bogen die parabolische Gestalt postulirt). Alle „Parabeln" nämlich sind sich ähnlich, weil sie, wie der Kreis, durch eine einzige gerade Linie, den Parameter, bestimmt werden; denn nennt man letzteren für eine bestimmte Parabel p, so ist die Gleichung dieser Parabel für rechtwinklige Coordinaten bekanntlich $y^2 = px$, und für eine andere Parabel vom Parameter p', also $y'^2 = p'x'$, oder, wenn die willkürliche $x = np$ und $x' = np'$ genommen wird, $y^2 = np^2$, $y'^2 = np'^2$, woraus $y : y' = p : p'$, d. h. die behauptete alleinige Abhängigkeit der Curve von dem Parameter folgt. Welche rechnende Vortheile aber bei Behandlung der Kometenbahnen aus dieser Beziehung auf eine „Parabel" (die „Reductions-Parabel") eigentlich entspringen, darüber muß ich wieder auf den eben citirten Art. Kometen, S. 928, verweisen.

In demselben Artikel wird, zu demselben Behufe, auch die Quadratur der (Apollonischen) Parabel, d. h. die Bestimmung des Flächen-Inhaltes eines, zwischen den beliebigen rechtwinkligen Coordinaten x und y und dem zugehörigen (parabolischen) Bogen enthaltenen parabolischen Curvenstückes verlangt, eine Aufgabe, welche vor das Forum des sogenannten Infinitesimal Calculus gehört, durch dessen Kunstgriffe* dieser gesuchte Flächen-Inhalt $= \frac{2}{3}xy$ gefunden wird.

Außerdem habe ich für unsere Zwecke von den Eigenschaften der „Parabel" nur noch hervorzuheben, daß Strahlen, z. B. Sonnenstrahlen, welche parallel mit der großen Axe (der Abscissenlinie für die von uns angenommenen rechtwinkligen Coordinaten) auf diese Curve (auf ihre Concavität) einfallen, sämmtlich nach einem, in der bezeichneten Axe liegenden, vom Scheitel (dem Anfangspuncte der Abscissen) um 1/4 des Parameters abstehenden Puncte reflectirt, und genau in diesem Puncte, welcher (vergl. d. folgenden Art. Parabolische Spiegel) daher der Brennpunct (der Parabel) heißt (und für welchen y also $= \frac{1}{2}p$ ist**), vereini-

* Vergl. wegen des Umfanges, in welchem die „Parabel" verhältnißmäßig zur Ellipse hier nur behandelt werden darf, den letzteren Artikel sub initio.

* Vergl. Nürnberger's „Theorie des Infinitesimal-Calculus." Berlin, Maurer, 1812. gr. 4. Seite 13 flgd., wo man wohl die gewissenhafteste Behandlung dieser Aufgabe findet.

** Die Gleichung der Parabel ist, angegebenermaßen, $y^2 = px$; dem Brennpuncte wird oben der Scheitelabstand $x = \frac{1}{4}p$ angewiesen, welches für die entsprechende Ordinate $y^2 = \frac{1}{4}p^2$, oder, wie im Texte, $y = \frac{1}{2}p$ gibt.

get werden. — Von dieſem Satze machen wir nämlich ſogleich Anwendung auf

Paraboliſche Spiegel; Specula parabolica: *Miroirs paraboliques*, worunter man ſolche beſondere Hohlſpiegel verſteht, deren hohle Fläche ein Stück der Innerfläche eines (Rotations-) Paraboloids, d. i. eines durch Umdrehung der Parabel um ihre Axe entſtehenden paraboliſchen Hohlkörpers iſt, und von deren aſtronomiſchen Anwendung gleich die Rede ſeyn wird. Denn kehrt man die Axe eines ſolchen Spiegels (die — vergl. den unmittelbar voraufgehenden Art. Parabel — Abſciſſenlinie für rechtwinklige Coordinaten der erzeugenden Parabel) z. B. gegen die Sonne, ſo fallen, wegen der großen Entfernung derſelben, aus ihrem Mittelpuncte lauter Parallelſtrahlen auf ſeine Fläche, welche, unſerem Satze gemäß, durch die Reflexion ſämmtlich ſtreng in dem (eben deßwegen ſo benannten) „Brennpuncte“ vereiniget werden; und dieſelbe Bedingung ſtrenger Wiedervereinigung in Einem Puncte hat auch für die aus andern Puncten (hier) der Sonne (überhaupt aber jedes Objects — Geſtirns, — dem der paraboliſche Spiegel zugekehrt wird) einfallenden Strahlen Statt, dergeſtalt, daß die durch einen ſolchen „paraboliſchen“ Spiegel entworfenen (Luft-) Bilder* viel ſchärfer als diejenigen ausfallen, die die gewöhnlichen ſphäriſchen Hohlſpiegel machen, für welche eine ſo genaue Wiedervereinigung der aus Einem Puncte kommenden Strahlen in Einem Puncte nicht eintritt.** — Aus dieſem Grunde hat man die oben angedeutete aſtronomiſche Anwendung ſolcher „paraboliſchen“ Spiegel, deren ich deßhalb beſonders Erwähnung thun mußte, bei Conſtruction der für unſere Wiſſenſchaft ſo wichtig gewordenen Spiegel-Teleſkope („Reflectoren,“ vgl. Fernrohr, sub initio) zu machen geſucht, eben um recht ſcharfe Bilder der betrachteten Geſtirne, wie ſie die gewöhnlichen Hohlſpiegel alſo nicht gewähren, zu erhalten, und würde, wie wir nun im citirten Art. Spiegel-Teleſkope näher ſehen werden, dieſen Zweck demnach auch wirklich erreicht haben, wenn die mit Verfertigung guter „paraboliſcher“ Spiegel verknüpften techniſchen Schwierigkeiten nicht gar zu groß wären, und man ſich nicht deßhalb allermeiſtens doch zum Gebrauche bloß gewöhnlicher ſphäriſcher Spiegel gezwungen ſähe.

Parallatiſch;* (Neu-Lateiniſch:) Parallaticus; *Parallatique.* Mit dieſem Namen bezeichnet man eine, im Artikel Fernrohr, S. 449, näher beſchriebene, Uhrwerk-artige, oder andere, beim Fernrohr anzubringende Vorrichtung, vermittelſt welcher daſſelbe dem beobachteten Geſtirne durch ſein „Parallel,“ woher der Name, dergeſtalt nachgeführt wird, daß dieß Geſtirn unverrückt im Geſichtsfelde des Inſtruments bleibt; und man ſagt von einem alſo eingerichteten Fernrohre, „es ſey parallatiſch aufgeſtellt,“ belegt die ganze Einrichtung auch wohl mit dem Namen einer „parallatiſchen“ Maſchine. — Weiteres darüber, wie geſagt, im Art. Fernrohr l. c.

* Vergl. d. A., gleichwie Hohlſpiegel, wo von den, durch ſolche Spiegel vor dem Glaſe entworfenen, gleichſam in der Luft ſchwebenden „Luftbildern“ ausführlich die Rede iſt.

** Man nennt dieſe, aus Mangel ſcharfer Wiedervereinigung der aus Einem Puncte auffallenden Strahlen in Einem Puncte entſpringende Ungenauigkeit der gewöhnlichen ſphäriſchen Hohlſpiegel, die „katoptriſche Abweichung“ oder „Abirrung der Hohlſpiegel“ (Aberratio ob figuram ſpeculorum; *Aberration de sphéricité des miroirs*); ihre nähere Betrachtung gehört aber in die Optik (Katoptrik), und ich deute den Umſtand hier nur zur augenblicklichen Ueberſicht an.

* Nicht parallaktiſch, mit welchem letzteren Ausdrucke man (vergl. Fernrohr, S. 449) vielmehr nur ein älteres, nicht mehr gebräuchliches und deßhalb von mir, obwohl ich im Art. Inſtrumente, S. 820, darauf verwieſen habe, doch nicht in einem beſondern Art. behandeltes Inſtrument zur Beobachtung der Mond-Parallaxe bezeichnet.

Parallaxe; Parallaxis; *Parallaxe.* Im allgemeinsten Sinne heißt „Parallaxe" der Unterschied oder Abstand zweier optischen Orte (vergl. Ort, optischer, wo dieser Bezug zur Parallaxe deßwegen so sorgfältig hervorgehoben ist) eines Gegenstandes, welcher aus zwei verschiedenen Ständen betrachtet wird, oder der Winkel, den die Gesichtslinien aus zwei mehr oder weniger von einander abstehenden* Puncten nach einem dritten, außerhalb der Verbindungslinie befindlichen Puncte an diesem letzteren einschließen.

In Figur 1 der Tafel X sind A, B zwei, um die Verbindungs- (Stand-) Linie AB von einander abstehende (Beobachtungs-) Puncte, aus welchen die Gesichtslinien AC, BC, nach dem dritten, außerhalb dieser Linie (Richtung) belegenen Puncte C, an demselben den („parallaktischen") Winkel ACB, die „Parallaxe" dieses Punctes (für — vergl. das gleich Folgende — den gegenseitigen Abstand AB der Puncte A, B, und die [senkrechte] Entfernung des Punctes C von AB) einschließen. Das griechische Wort (παραλλαξις) bedeutet Veränderung, Verrücken oder „Verschieben;" die Stelle z. B. des Gestirns C in jener Figur „verschiebt" sich (vergl. wieder Ort, optischer), während man den Standpunct von A nach B verlegt, an der scheinbaren Himmels-Hohlkugel, an welche wir alle Gestirne aus dem Raume versetzen, um den (die „Parallaxe"), den parallaktischen Winkel ACB (= bCa) messenden Himmelsbogen ba. — Dieß ist, wie gesagt, der allgemeine optische Begriff von „Parallaxe."

In der Astronomie findet dieser allgemeine Begriff nunmehr folgende specielle Anwendung. Ein Gestirn kann zunächst aus allen unzählbaren verschiedenen Puncten der Erdoberfläche* betrachtet (beobachtet) werden, und erscheint dabei nach der voran geltend gemachten doppelten Maßgabe seiner eigenen Entfernung von der Erde und des gegenseitigen Abstandes dieser Beobachtungspuncte auf der Erde natürlich an eben so verschiedenen Stellen des Himmelsgewölbes, so daß danach also, im obigen allgemeinen Sinne, für jede zwei solche Beobachter ein Unterschied der optischen Orte, d. h. der Parallaxe, Statt fände. Der Astronom aber denkt sich den einen Beobachter im Mittelpuncte der Erdkugel,** als den nämlichen Punct für alle Erdbewohner, bezeichnet denjenigen Ort, wo ein solcher Beobachter das Gestirn am Himmel erblicken würde (den — vergl. d. Anmerk. — Rechnungs-gemäßen) als den wahren Ort, welchem er jenen, von dem einen oder dem andern Puncte der Erdoberfläche aus wirklich gesehenen, als den scheinbaren (den erscheinenden, Beobachtungs-gemäßen) Ort (den „lieu apparent") entgegensetzt, und nennt den Unterschied zwischen diesen bei-

* Dieser mehrere oder mindere gegenseitige Abstand der beiden Puncte (Stand- oder Beobachtungs-Puncte), aus welchen der dritte betrachtet wird, führt in der Astronomie auf den Unterschied der täglichen und jährlichen Parallaxe welchen ich sogleich hervorheben muß Bei der ersteren bezieht man sich für diesen Abstand auf den Halbmesser der Erdkugel, bei der letzteren auf den Halbmesser der Erdbahn; der erstere eignet sich zu täglichen, der letztere zu jährlichen Beobachtungen, daher die Benennung. Im gegenwärtigen Art. ist (vergl. unten) besonders nur von der ersteren, im folgenden von der letzteren die Rede.

* Dieß ist demnach, vergl. die vorausgehende Anmerk., die „tägliche Parallaxe"; von der „jährlichen," bei welcher, wie gesagt, nicht die verschiedenen Puncte der Erdkugel, sondern vielmehr der Erdbahn in Betracht kommen, handelt also der folgende Artikel.

** Bei aller Gestirn-Ortsberechnung wird (vergl. Geocentrisch, S. 599 und unten) von der räumlichen Ausdehnung dieser Gestirne (namentlich also auch der Erde) vorerst noch abgesehen; man denkt sich diese Gestirne in ihrem Mittelpuncte concentrirt, und muß also nachher, wenn es sich um Bestimmung für einen Erd-Oberflächen-Punct handelt, den optischen Einfluß der Ortsverschiedenheit zwischen diesem und dem Erd-Mittelpuncte (die „Parallaxe") in Betracht ziehen.

den Orten die Parallaxe, auch (aus den oben angeführten Gründen) die tägliche Parallaxe.

So wird Tafel X., Fig. 2., das Gestirn P (das im Raume wirklich den Ort P einnehmende, daselbst schwebende Gestirn) aus dem Mittelpuncte T der Erde an der Innerfläche des Himmelsgewölbes, wo wir es, wie gesagt, wähnen, in b, aus dem Oberflächenpuncte A aber in h gesehen (der erstere Beobachter versetzt es — vergl. nochmals Ort, optischer — aus seiner wirklichen Stelle P im Raume nach dem Puncte b, der andere nach h der vermeinten Himmels-Hohlkugel), und der Himmelsbogen hb als Maß des Winkels bPh = APT ist (vergl. die unten folgenden Explicationen) seine Parallaxe. Des „wahren" Ortes b Abstand vom Zenith Z ist Zb = Winkel ZTb, des „scheinbaren" Zh* = (s. hinten) Winkel ZAh; beider Unterschied ist hb (als Maß von P**), oder ZAh — ZTb = APT, daher eben dieser Winkel bei P, welchen die beiden Gesichtslinien TP und AP am Gestirne mit einander einschließen, den gleich für ihn anticipirten Namen des „parallaktischen Winkels," der „Parallaxe," führt.

Zeigt sich hierbei das Gestirn zugleich im scheinbaren Horizonte (vgl. d. A.) hr des Beobachtungsortes A, wie ich diesen Fall für unsere Figur angenommen habe, so heißt der „parallaktische" Winkel bei P dann besonders die Horizontal-Parallaxe (Parallaxis horizontalis; *Parallaxe horizontale*) des Gestirns; und diese „Horizontal-Parallaxe" ist, wie der bloße Anblick der Figur hinreichend darthut, und wie ich mit dem Vorbehalte, hinten ausführlich darauf zurückzukommen, alsbald hervorhebe, eben so groß, als der Winkel, unter welchem der Halbmesser der Erde von einem, umgekehrt im Gestirn P angenommenen Beobachter gesehen werden würde: die für den Planeten Erde Statt findende Horizontal-Parallaxe eines Gestirns ist genau dem Winkel gleich, unter welchem dagegen der Halbmesser* der Erde auf diesem Gestirne erscheint. — Der Verfolg meines Vortrages führt mich hierauf, als eine weitere Anwendung der Parallaxe, wie gesagt, besonders zurück.

Gesetzt, um nun die nächste** Anwendung von diesem Allen zu machen und den großen Nutzen der Kenntniß der Parallaxe, zu deren Ermittlung inzwischen auch Anweisung ertheilt werden soll, zu zeigen, die „Horizontal-Parallaxe" des Gestirns P (der Winkel an P) sey bekannt, so ist die Entfernung die-

* Die Parallaxe vergrößert also, wie man hier augenscheinlich sieht, den Abstand des Gestirns vom Scheitelpuncte, sie erniedriget dasselbe im jedesmaligen Vertical. — Ich hebe diesen Umstand, auf welchen uns der Verlauf unserer Untersuchung öfter zurückführen wird, lieber gleich besonders hervor.

** Leser, welche hierbei Anstand finden sollten, erinnere ich (namentlich aus Horizont, S. 786.) vorläufig daran, daß AT gegen TH, als Entfernung der eingebildeten Himmelswölbung, verschwindend klein ist; eine nähere Aufklärung, wie gesagt, hinten.

* Oder, für den Halbmesser den Durchmesser setzend: die doppelte Horizontal-Parallaxe eines Gestirns für den Beobachter auf der Erde ist dem, aus dem Gestirne betrachteten scheinbaren Durchmesser der Erde gleich.

** Diese erste Anwendung der „Horizontal-Parallaxe" ist die nun hier folgende Ableitung der Entfernung der andern Weltkörper vom Planeten Erde aus derselben, wonächst ich mich sodann also über die, auf den unmittelbar vorangehenden Satz bezügliche Bestimmung der planetarischen Durchmesser durch sie verbreiten werde. — Außerdem ist aber die Parallaxe, der in der vorangehenden Anmerkung mit Verweisung wegen des Näheren hierher gemachten Andeutung gemäß, drittens, unter dem Gesichtspuncte einer, dem berechneten Gestirnorte hinzuzufügenden Correction zu betrachten, um diesen Rechnungsgemäßen (den wahren) Ort in den Beobachtungs-gemäßen (den scheinbaren) zu verwandeln, mit welcher Auseinandersetzung ich diesen Artikel beschließen, und dann erst zur jährlichen Parallaxe übergehen werde.

ſes Geſtirns vom Mittelpuncte der Erde daraus ſogleich zu finden. Denn da im rechtwinkligen Dreiecke TPA*, sin P : AT = 1 : TP, ſo hat man $TP = \frac{1}{\sin P} . AT$ (oder, indem sin : 1 = 1 : cosec, und alſo $\frac{1}{\sin} = \text{cosec}$) = cosec P . AT, d. h. die Coſecante der „Horizontal-Parallaxe“ (der Sinus totus durch den Sinus der Horizontal-Parallaxe dividirt) gibt (AT zur Einheit des Maßes nehmend) den Abſtand des Geſtirns vom Mittelpuncte der Erde in Erdhalbmeſſern.

Exempel 1. Man hat zu einer gewiſſen Zeit des Mondes Horizontal-Parallaxe = 1°** gefunden (ich führe das Verfahren dieſer Ermittlung, wie geſagt, ſogleich an); von 1° iſt aber nach den Tafeln die Coſecante (= Secante von 89°) = 57,298 = nahe 57,3; ſoviel Erdhalbmeſſer ſtand alſo damals der Mond vom Erdmittelpuncte ab.

Für kleine Winkel, für welche die Tafeln die Coſecanten nicht mehr hinreichend genau angeben, kann man dem Verhältniſſe der Sinus das Verhältniß der zugehörigen Winkel (Bögen) ſelbſt ſubſtituiren. Anſtatt alſo den Sinus totus durch den Sinus von P zu dividiren, dividire man den dem Sinus totus gleichen Bogen, nämlich (vergl. Kreis, S. 971.) 57° 17′ 44″ = 206264″, durch Bogen P = 1° = 3600″*** ſelbſt, woraus die entſprechende Mond-Entfernung = $\frac{206264}{3600}$ = 57,295, alſo vom obigen Reſultate, wie man ſieht, nur um 0,003 verſchieden kömmt.

Exempel 2. Die Horizontal-Parallaxe der Sonne iſt (Band 1. S. 242.) = 8,5 Secunden ermittelt; alſo kömmt $\frac{206264}{8,5}$ = 24266 Halbmeſſern der Erde = der Entfernung der Sonne vom Erdmittelpuncte (ich habe l. c. aus dort entwickelten Gründen in runder Summe 25000 Erdhalbmeſſer angeſetzt, welches den Erdhalbmeſſer = 860 Meilen für die Entfernung der Sonne von der Erde, ebenfalls in runder Summe, = 20 Millionen Meilen gibt, wie wir dieſe letztere Zahl meiſtens angenommen haben).

Die Parallaxe gewährt hiernach alſo zunächſt ein Mittel zur Beſtimmung von Entfernungen, deren Angabe auf den erſten Blick unſere Kräfte gänzlich zu überſteigen ſcheint, und die Aufklärungen über die Erfindung der Parallaxe, welche ich, verſprochenermaßen, jetzt erſt noch folgen laſſe, müſſen daher für die Leſer von doppeltem Intereſſe ſeyn.

Zur Bewirkung einer ſolchen näheren Einſicht davon muß ich aber, mit Bezug auf den Art. Horizont, erſt noch hervorheben, daß, wenn ſich das Geſtirn P entweder wirklich um die Erde bewegt oder (wie bei der täglichen Bewegung alle Geſtirne) auch nur zu bewegen ſcheint, daſſelbe bei p in den wahren, bei P in den ſcheinbaren Horizont tritt. Dieſe beiden Horizonte ſind alſo, rückſichtlich dieſes Geſtirns, um den Bogen Pp von einander entfernt, welcher das Maß des Winkels PTp iſt. Weil aber beide Horizonte hr und HR zugleich parallel ſind, ſo ſind auch die Wechſelwinkel PTp und TPA einander gleich, und daher iſt jener Bogen Pp, um welchen beide Horizonte auseinander liegen, nicht weniger das Maß von TPA, oder von der Horizontal-Parallaxe (und zwar ihr ei-

* Daſſelbe heißt deßwegen das parallaktiſche Dreieck (Triangulum parallacticum; *Triangle parallactique*).

** Dieß ſcheint nicht ganz mit den Angaben in Mond, S. 140, zu ſtimmen; man ermeſſe aber, zur Aufklärung dieſes nur ſcheinbaren Widerſpruchs, daß die „Horizontal-Parallaxe“ des Mondes von 57′ bis auf, und über den obigen 1° ſteigt.

*** Dieß heißt: der Sinus von 1 Minute (0,01745) iſt eben ſo im Radius (1) ſelbſt, als die Secundenzahl von 1 Minute (3600) in der Secundenzahl des Radius (206264) enthalten: $\frac{1}{0,01745} = \frac{206264}{3600} = 57.$

gentliches Maß). Solchergestalt rechtfertiget sich zunächst, worauf ich im citirten Art. Horizont, S. 787 gleich oben, mit Verweisung hierher aufmerksam mache, daß nämlich der, den Abstand beider Horizonte von einander bildende Bogen für Gestirne, für deren Entfernung derselbe noch in Betracht kommt, die „Horizontal-Parallaxe" abgibt.

Für Fixsterne dagegen, wie nun ferner auch erst bevorwortet werden muß, kommt derselbe (vergl. d. folgenden Art. Parallaxe, jährliche, h. f.) gar in keinen solchen Betracht; die sorgfältigsten Beobachtungen haben vielmehr gelehrt, daß ein Fixstern in demselben Momente, da er bei der täglichen Himmelsbewegung in den wahren Horizont HR gelangt, auch alsogleich in dem scheinbaren hr erblickt wird. Für „Fixsterne" ist demnach die Horizontal-Parallaxe = 0; die Entfernung dieser Gestirne von uns ist durch die Horizontal°-Parallaxe nicht ermeßlich; die Gesichtslinien nach demselben Fixsterne von allen Puncten der Erdkugel, wie weit sie auch von einander abstehen können, zeigen schlechterdings keine bemerkbare Abweichung vom vollkommensten Parallelismus, und selbst der Durchmesser der Erdkugel, aus der somit unendlichen Fixstern-Entfernung betrachtet, hat also keine lineare Ausdehnung mehr, sondern erscheint als ein Punct. Von diesem Satze des vollkommenen Parallelismus aller, auch aus den gegenseitig am weitesten abstehenden Puncten des Erdkörpers nach einem Fixsterne führenden Gesichtslinien werden wir sogleich weiteren Gebrauch machen, und ich mußte ihn daher voranschicken.

Da nun aber doch die Wölbung des Himmels, an welcher uns die Fixsterne erst gleichsam angeheftet scheinen, und an welche wir, wie gesagt und wie nicht genug eingeschärft werden kann, auch das Gestirn P aus dem Raume versetzen, noch hinter ihnen gewähnt wird, so ist auch der dieselbe in unserer Figur (2 der Tafel X) repräsentirende Kreis HbbzrR als gleich unendlich anzunehmen, so daß sein Mittelpunct eben sowohl in P als (in — vergl. vorn — A oder) in T gedacht, und daher Bogen hb,* wie wir dieß oben mit Verweisung hierher gethan haben (statt des eigentlichen Pp), als Maß des „parallaktischen" Winkels P°° betrachtet werden kann. — Auch diese obige Annahme war demnach zuvörderst noch zu rechtfertigen.

Aus dem vorgetragenen Allen geht denn nun aber also hervor, daß, um es nochmals zu wiederholen, eine Horizontal- (eine tägliche, eine auf die Dimensionen des Erdkörpers bezogene) Parallaxe für die unendlich entfernten Fixsterne nicht Statt findet, sondern nur an den näheren Himmelskörpern: Sonne, Mond, Planeten, Kometen, bemerklich ist, für welche sie alsdann aber, mit dem bevorworteten Bezug auf jene Gestirne, nunmehr in der nachstehenden Art ermittelt werden kann.

Wenn sich das Gestirn (der Mond, der Planet) P über den Horizont des Ortes A erhebt und nach K gelangt, so wird seine Parallaxe K, der Natur des Vorganges gemäß, sichtbarlich kleiner als die Horizontal-Parallaxe P, und sie verschwindet gänzlich, sobald dieß Gestirn nach Z in das Zenith von A kommt, wo es von T sowohl als von A nach der Linie TAZ, und also in Z gesehen wird. Die Parallaxen in den verschiedenen Stellen zwischen P und Z heißen, im Gegensatze jener „Horizon-

* Wie es sich in diesem Bezuge dagegen mit der jährlichen Parallaxe verhält, hierüber im folgenden Artikel und in Fixsterne, S. 553.

* Dieser Bogen hb ist, welches die Vorstellung wohl am meisten erleichtert, somit ganz das, was ich in Fig. 1., mit Bezug auf den „parallaktischen" Winkel bei C, durch ab ausdrücke.

** Der Winkel P als Wechselwinkel ist, angeführtermaßen, = dem Winkel PTp (bTH), daher sein Maß, ohne die obige Voraussetzung, statt des Bogens bh, vielmehr bH wäre. Dieser Voraussetzung gemäß, darf aber der Bogen bh an der Himmelswölbung, auf welche sich alle unsere Messung bezieht, als das wirkliche Maß des Winkels P im Raume (der Parallaxe) betrachtet werden.

tal"-Parallaxe bei P, Höhen-Parallaxen; und für jede von ihnen ist

sin K : sin ZAK (Complement von KAT) = AT : TK = sin P : 1 (indem TK = TP, das Verhältniß von AT : TP, dieses TP zum Radius nehmend, aber offenbar das obige ist), also

sin K : sin P = sin ZAK : 1,

oder, statt den Sinus die (kleinen) Winkel selbst setzend,

K : P = sin ZAK : 1, woraus

K = P sin ZAK,* und demnach die Höhen-Parallaxe gleich dem Producte der Horizontal-Parallaxe in den Sinus des Zenith-Abstandes ZAK kommt.

Man nehme nun (Figur 3 und nachher 4 unserer Tafel X) an, zwei Beobachter auf der Erdkugel-Oberfläche und unter dem nämlichen Mittagskreise BC, der eine in B, der andere in C, sehen zugleich einen Fixstern L und einen Planeten M in diesem Mittagskreise. Die Gesichtslinien BL und CI nach dem Fixsterne werden, wie ich deßhalb so sorgfältig bevorwortet habe, parallel seyn, die nach dem Planeten werden gegen M zusammenlaufen. Jeder Beobachter mißt des Planeten Abstand vom Fixsterne, wodurch (Fig. 3.) MBL = β, und MCI = γ, BMC aber also = $\beta + \gamma$** erhalten wird, wie die Parallele $\lambda\mu$ alsbald übersehen läßt, indem sie BMC in zwei Winkel theilt, welche als Wechselwinkel den β und γ gleich sind. Würde der Planet von B und C aus auf Einerlei Seite des Fixsterns gesehen, wobei die Linien BL und CI wie die punctirten in der Figur gingen, so wäre BMC dem Unterschiede zwischen β und γ gleich; man hat also hieraus allemal den Winkel BMC* (die Summe der Höhen-Parallaxe beider Beobachter, wie sie — vergl. d. vorangehende Anmerk. — aus den conformen beiden Himmels-Abstandsbögen des Planeten vom Fixsterne folgt).

Jeder der beiden Beobachter läßt aber zugleich den Abstand des Planeten von seinem Scheitelpuncte messen, wodurch (nun Fig. 4.) bBM = b, und cCM = c kommt. Bezeichnet man sodann die Höhen-Parallaxen, wie in der Figur mit o und x, und die Horizontal-Parallaxe wieder mit P, so ist also nach dem Obigen

o = P sin b,
x = P sin c,
o + x, d. h. BMC = P (sin b + sin c), und daher

woraus sich P (wie vorn) $= \frac{\text{BMC}}{\sin b + \sin c} = \frac{\beta + \gamma}{\sin b + \sin c}$, d. h. die Horizontal-Parallaxe gleich der Summe der Abstände des Planeten vom Fixsterne, dividirt durch die Summe der Sinus seiner Scheitel-Abstände, ergibt.

Exempel. Der uns bekannte Französische Astronom Abbé de la Caille beobachtete (in Gemäßheit einer Verabredung) am 6ten October 1751 auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung den, damals in der Opposition befindlichen Planeten Mars im Mittagkreise, und fand ihn (seinen nördlichen Rand) 26″,7 nordwärts von λ des Wassermanns,

* Oder für die eigentlich gesuchte Horizontal-Parallaxe (P) also: $P = \frac{K}{\sin ZAK}$.

** Man mißt also, wie ich oben nicht weniger sorgfältig bevorwortet habe, wirklich nicht den „parallaktischen" Winkel unmittelbar selbst, sondern folgert ihn bloß aus den eigentlich gemessenen Bögen am Fixsternhimmel, wohin man den Planeten aus dem Raume ebenfalls versetzt hat. — Dieß wird nun die Nothwendigkeit der betreffenden obigen Bevorwortung erst recht ersichtlich machen.

* Dieser Winkel führt in der Astronomie mit Recht den Namen des „Arguments" der Horizontal-Parallaxe („Argument total de la parallaxe horizontale." Lalande), indem „Argument" (vergl. d. A.) im astronomischen Sinne jede veränderliche Größe (wie hier die veränderliche „Höhen-Parallaxe") bedeutet, von der eine andere (die „Horizontal"-Parallaxe) abhängig ist, welche, in Bezug auf jene, ihre „Function" genannt werden kann,

und seinen Scheitel-Abstand = 25° 2′; der uns ebenfalls schon bekannte Schwedische Astronom Wargentin ermittelte für die nämliche Zeit und den nämlichen Meridian den südlichen Abstand des Planeten (seines nämlichen Randes) von demselben Sterne = 6″,6 und den Scheitel-Abstand = 68° 14′. Hieraus folgt für diesen Augenblick die Horizontal-Parallaxe des Mars = $\frac{26'',7 + 6'',6}{\sin 25° 2' + \sin 68° 14'} = \frac{33'',3}{1,3538470}$ = 24″,596;* — und wir werden von derselben in den schließlich beigebrachten historischen Notizen noch eine weitere Anwendung zur Ermittlung auch der Sonnen-Parallaxe machen, worauf ich hierdurch vorbereite.

In ähnlicher Art hat wieder de la Caille in Verbindung mit Lalande, der Erstere abermals auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung, der Letztere zu Berlin (im nämlichen Jahre 1751), die Horizontal-Parallaxe des Mondes bestimmt. Das Resultat dieser Operation findet sich im Art. Mond, S. 146, und ich würde derselben, da sich das Verfahren von dem eben detaillirten übrigens nicht unterscheidet, hier auch nicht weiter Erwähnung thun, wenn ich nicht gerade in namentlichem Bezug auf dieß, deßwegen auch schon oben hervorgehobene Gestirn, als das bekanntlich allernächste bei der Erde, noch einen besondern Umstand zu bevorworten hätte.

Bis hierher ist nämlich der Erdkörper (und ich habe daher diesen Ausdruck statt Erdkugel voran nicht ohne Absicht gebraucht), rücksichtlich der Parallaxen-Rechnung, als eine vollkommene Kugel betrachtet worden: wir haben alle seine Halbmesser bei jener Rechnung ohne Unterschied ganz gleich angenommen. Dieß ist aber, der Abplattung (vergl. d. A.) der Erde wegen, bekanntlich nicht genau der Fall; die sphäroidische Erdgestalt bringt es vielmehr so mit sich, daß der Erdhalbmesser unter verschiedenen Breiten auch verschieden, und daß namentlich der polare Halbmesser des Erdsphäroids (Abplattung, S. 25.) ziemlich 3 (geographische) Meilen kürzer als der äquatoreale ist. Für die entfernteren Gestirne, wie oben für Mars, kommt dieser Unterschied freilich nicht in Betracht; für den so nahen Mond aber muß darauf Rücksicht genommen werden; setzen wir seine Entfernung von der Erde, das TP unserer Figur 2. der Tafel X, wie gewöhnlich = 50000 Meilen, so ist es bei Bestimmung der Parallaxe, des „parallaktischen" Winkels an P (welches hier den Mond bedeuten soll), nicht ganz gleichgültig, ob ich für TA den äquatorealen, oder aber jenen, also um 3 Meilen kürzeren polaren Erdhalbmesser nehme; und man findet (vergl. unten) bei Ausführung der Operation in höheren Breiten und der darauf begründeten Rechnung in der That, daß diese „polare" Horizontal-Parallaxe des Mondes (in seiner — vergl. wieder unten — mittleren Entfernung von der Erde) um etwann 11″ kleiner als die äquatoreale ist.* Man

* Wenig abweichend de la Caille in den „Leçons d'Astronomie." S. 216. Ich finde jene Summe der Sinus = 1.3518472, und daher $\frac{33'',3}{1.3518472}$ = 24″,61. Dividirt man hiernächst mit letzterer Horizontal-Parallaxe des Mars, der obigen Vorschrift gemäß, den Radius in Secunden ausgedrückt, so erhält man $\frac{206264}{24,61}$ = 8380 Halbmesser der Erdkugel, welche, mit 860 (Größe des Erdhalbmessers in Meilen) multiplicirt, 7206800 Meilen für die damalige Entfernung des Mars (in der Opposition) von der Erde geben, wie wir im Art. Mars, S. 70, diese Entfernung nahe eben so groß gefunden haben. — Die Nachweisung dieser nahen Uebereinstimmung von Resultaten, welche auf so ganz verschiedenen Wegen gefunden worden sind, soll aber besonders dazu dienen, das Vertrauen meiner Leser, auf dessen Erweckung mir eben Alles ankommt, immer mehr zu erhöhen.

* Nämlich die Entfernung des Mondes von der Erde, wieder das TP unserer Fig. 2., ist in beiden Fällen gleich, TA aber im ersteren um 3 Meilen kürzer als im letzteren,

sieht hieraus aber, daß der Ausdruck „Horizontal-Parallaxe“ schlechtweg noch eine Unbestimmtheit enthält, und daß man, um genauer zu seyn, ausdrücklich hinzufügen muß, welcher Erdhalbmesser dabei gemeint seyn soll; — und also entsteht denn der präcisere Begriff der Aequatoreal-Horizontal-Parallaxe des „Mondes“ (oder wofern man die Bedingung, wiewohl dieß, angegebenermaßen, ferner überflüssig scheint, auch auf andere Gestirne ausdehnen wollte, „Aequatoreal-Parallaxe“ überhaupt). Ueberdieß ist hierbei sorgfältig zu berücksichtigen, daß auch die Entfernung, und zwar nun nicht bloß des Mondes, sondern aller Gestirne unseres Systems von der Erde veränderlich ist, wodurch die Parallaxe nicht weniger afficirt wird, und dieserwegen hat man sich demnach abermals auf eine bestimmte, als Norm angenommene Entfernung beziehen müssen, wozu natürlich vorzugsweise die mittlere erwählt worden ist. Demgemäß heißt denn endlich

„mittlere“ Aequatoreal-Horizontal-Parallaxe

diejenige, wobei (namentlich für den Mond*) der äquatoreale Halbmesser der Erde und (überhaupt) die mittlere Entfernung des betreffenden Gestirns von der Erde zu Grunde liegt. — Soviel von dem hier erst noch zu erörternden Einflusse der sphäroidischen Gestalt des Erdkörpers auf die Parallaxe, und der damit also in Verbindung stehenden Bezugnahme auf die mittlere Entfernung der betreffenden Gestirne.

Außer also auf den Mond, um nun weiter zu gehen, und den oben unter diesem Gesichtspuncte betrachteten, in der Opposition der Erde dazu hinreichend nahe kommenden Mars, konnte dieses Verfahren ferner auch noch auf die Planeten Venus* und Mercur, welche in den untern Conjunctionen zur Bemerkung eines parallaktischen Winkels nicht zu entfernt von der Erde sind, angewendet werden. Jupiter hingegen, Saturn und also noch mehr Uranus stehen dazu schon viel zu weit von uns ab, und die Horizontal-Parallaxe dieser Planeten (gleichwie der Planetoiden, wenn davon die Rede seyn sollte) müßte also vielmehr, umgekehrt, aus den durch die dritte Kepler'sche Regel (vergl. d. A.) hinreichend genau bekannten Entfernungen dieser Gestirne geschlossen werden. Was endlich aber die Sonne, als das in diesem Bezuge letztlich noch

woraus im Allgemeinen alsbald folgt, daß auch die zu jenem kürzeren Polarhalbmesser gehörige polare Horizontal-Parallaxe (der Winkel an P) kleiner, als die dem größeren Aequatorealhalbmesser entsprechende Aequatoreal-Horizontal-Parallaxe seyn muß.

* Ich habe oben, mit Verweisung hierher, gesagt, daß die polare Horizontal-Parallaxe des Mondes in seiner mittleren Entfernung von der Erde, und bei einer Differenz von 3 Meilen, um welche der polare Halbmesser des Erdsphäroids kürzer als der äquatoreale sey, 11 Secunden kleiner als diese „mittlere äquatoreale“ ausfalle.

Letztere muß (Mond, S. 146, als arithmetisches Mittel zwischen den beiden dortigen Angaben) zu 57′ 40″ = 3460″, und jene polare also zu (3460 − 11 nahe =) 3450 angenommen werden, so daß das Verhältniß zwischen beiden demnach = 346 : 345 ist; und eben so groß findet sich in der That das Verhältniß zwischen dem polaren und äquatorealen Erdhalbmesser, indem letzterer 860 und ersterer daher (860 − 3 =) 857 Meilen hält, 860 : 857 aber wieder = 346 : 345 sind.

Ich schmeichele mir, daß meine Leser die Bemühung dieser, zu Ihrer innigsten Ueberzeugung angestellten, sonst, so viel ich weiß, noch nirgend beigebrachten Rechnung ehren werden.

* Für Venus finde ich in meinen Collectaneen einer Beobachtung vom 6. Juni 1761 erwähnt, bei welcher ihre Horizontal-Parallaxe = 30″ = genau der Hälfte ihres damaligen scheinbaren Durchmessers von 60″ gefunden wurde. Dasselbe Verhältniß besteht also, wie man leicht einsieht, für diesen Planeten beständig.

zu erwähnende Gestirn unseres Systems,* anbetrifft, so ist freilich auch ihre Entfernung von uns zur exacten unmittelbaren Bestimmung einer Horizontal-Parallaxe (welche wir nur = 8,5 Secunden gefunden haben) durch die obige Methode schon viel zu groß; allein man besitzt, wie im Art. Durchgang gezeigt worden ist, für dieses Gestirn ein entscheidendes Verfahren der mittelbaren Erfindung jenes Elements vermittelst der Beziehung auf den so viel näheren Planeten Venus, worüber sich alles erforderliche Weitere in dem genannten Artikel findet, auf welchen ich also, um Wiederholungen möglichst zu vermeiden, dieserwegen besonders verweisen muß. Auch führen mich übrigens die schließlich beigebrachten historischen Details über die allmälige Ausbildung der Parallaxen-Theorie darauf zurück, und ich bitte daher um deren Vergleichung. —

Dieß wird also über die Ermittlung der Horizontal-Parallaxe und die Ableitung der Entfernung der Himmelskörper unseres Systems von der Erde aus ihr, als die erste ihrer Anwendungen, welche wir betrachten wollten, hinreichen, und ich wende mich, bevorwortetermaßen, nun zweitens zur Bestimmung der wahren Durchmesser der übrigen Systemskörper durch dieses Hilfsmittel der Kenntniß ihrer Horizontal-Parallaxe. Den dazu dienenden Satz: daß nämlich „die doppelte Horizontal-Parallaxe eines Gestirns für den Beobachter auf der Erde dem auf dem Gestirne erscheinenden Durchmesser der Erde gleich ist," habe ich mit Verweisung hierher schon oben ausgezeichnet. In der That ist der parallaktische Winkel (die „Parallaxe") z. B. am Planeten P unserer Fig. 2. nichts anders, als der Halbmesser der Erde, aus diesem Planeten gesehen: der bloße Augenschein zeigt es; und was vom Halbmesser und der (einfachen) Parallaxe gilt, das gilt natürlich auch vom Durchmesser* und der doppelten Parallaxe, welches eben unser obiger Satz ist. Erwägt man hierbei zugleich, daß sich die scheinbaren Durchmesser zweier Gestirne, eins aus dem andern gesehen, natürlich geradezu wie die wahren verhalten, so ist die Anwendung unseres Satzes zur Bestimmung dieser wahren Durchmesser anderer Gestirne unseres Systems aus ihrer Horizontal-Parallaxe und mit Beziehung auf den wahren Durchmesser der Erdkugel bald gemacht. Wir haben z. B. (vergl. Größe der Himmelskörper, S. 724.) die Horizontal-Parallaxe des Mondes für eine bestimmte Entfernung dieses Gestirns von der Erde = 1° 0′ 29″ = 3629″ gefunden, wovon das Doppelte = 7258″, also den zugleich aus dem Monde gesehenen (den dort erscheinenden, den dortigen scheinbaren) Durchmesser der Erde (dessen wahre Größe bekanntlich 1719 geograph. Meilen beträgt) abgibt. In dem nämlichen Momente hatte der, also von der Erde aus beobachtete Mond den scheinbaren Durchmesser von 32′ 58″ = 1978″; und da man nach unseren Sätzen haben soll:

Scheinbarer Durchm. d. Erde aus dem Monde gesehen : scheinb. Durchm. d. M. bei uns = wahrer Erddurchmesser : wahrer Monddurchm.,

so müßte kommen:

7258″ : 1978″ = 1719 Meilen : 468 Meilen,

als so groß wir den Durchmesser des Mondes (s. d. A., S. 156.) wirklich angeben, und als so groß er sonach auch aus der vorstehenden Rechnung hervorgeht, dergestalt, daß hiermit also unserer Forderung von Herleitung des wahren Durchmessers eines andern Gestirns aus seiner „Horizontal-Parallaxe," und

* Daß nämlich die Horizontal- (die „tägliche") Parallaxe nur noch für Gestirne unseres Systems, keineswegs aber mehr für die anderen Gestirne: Fixsterne, in Betracht kommt, habe ich schon oben hervorgehoben, komme darauf auch im folgenden Artikel: Parallaxe, jährliche, ausführlicher zurück.

* Der Durchmesser wird hier dem Halbmesser wegen der gleich folgenden Beziehung auf die anderen Gestirne substituirt, für welche nicht sowohl dieser, als vielmehr nur jener leicht zu messen ist.

mit Bezug auf den Erddurchmesser ein vollständiges Genüge geleistet ist. Dieses einzige Beispiel scheint mir deßhalb auch für die hier in Rede stehende Erörterung durchaus genügend; — und ich habe daher drittens nun nur noch die Aufklärung über die ebenfalls schon oben bevorwortete Rücksicht zu geben, welche man auf die Parallaxe nehmen muß, um einen berechneten, oder, wie man auch sagt, wahren (namentlich) Planetenort in den durch ihren Einfluß veränderten Beobachtungs-gemäßen, scheinbaren („Lieu apparent") zu verwandeln. Bei der Vorausberechnung der geocentrischen (vergl. d. A. S. 603.) Himmelsörter eines Gestirns wird nämlich, um es nochmals zu wiederholen, von der räumlichen Ausdehnung (sowohl dieser Gestirne als auch) der Erdkugel vorerst noch ganz abgesehen; man betrachtet die Erdkugel dabei, wie gesagt, als in ihrem Mittelpuncte concentrirt, und bezieht den zu berechnenden Ort des Gestirns demnach auf diesen Mittelpuct der Erde. Ein so berechneter Himmelsort des Planeten P (Fig. 2. der Tafel X.) sey z. B. b; die entsprechende Gesichtslinie aus dem Mittelpuncte T der Erde würde dann diesen Planeten am Himmel in b zeigen, wogegen derselbe bei der nachherigen wirklichen Beobachtung von dem Oberflächenpuncte A der Erdkugel, d. h. also von der räumlich ausgedehnten, nicht mehr bloß punctgroß angenommenen Erde aus, nach der Gesichtslinie APh am Himmel in h (also im Vertical niedriger, vom Zenith weiter ab) erscheint, so daß sein scheinbarer, sein Beobachtungsgemäßer Ort sich hier von jenem berechneten um den ganzen Betrag der „Horizontal"-Parallaxe (s. oben) bh unterscheidet, um welche also letzterer Behufs der Verwandlung in den wirklich erscheinenden nunmehr erst noch geändert (corrigirt) werden muß. Beim fernern, in Folge der täglichen Himmelsbewegung Statt findenden Uebertritte des Gestirns in einen andern Scheitelkreis wird dasselbe, wie wiederum die bloße Vergleichung der Figur 2. (bei K) zeigt, in jedem derselben, beobachtungsgemäß, niedriger (weiter ab vom Zenith) stehen (sein beobachteter Scheitel-Abstand wird — vergl. vorn — größer seyn), als dieß die Rechnung angibt; der berechnete (der auf den Mittelpunct der Erde bezogene) Himmelsort ist in jedem Vertical erst noch um die zugehörige (jetzt) „Höhen"-Parallaxe zu verbessern, um zum entsprechenden „scheinbaren" Himmelsorte des Gestirns zu werden, wo der Beobachter dasselbe von der Erdoberfläche aus auch wirklich gewahren soll. Dieß also auseinandergesetzt, muß, schmeichle ich mir, einleuchten, und man wird nun leichter einsehen, daß durch diesen Einfluß der Parallaxe, durch dieses von ihr herrührende Erniedrigen des Gestirns in jedem Vertical und die daraus folgende allgemeine Ortsveränderung des Gestirns, auch die, also ohne Rücksicht auf einen solchen parallaktischen Einfluß berechnete gerade Aufsteigung, Abweichung, Länge und Breite desselben (kleine) Aenderungen erleidet, für welche man, nachdem ich den Vorgang selbst aufgeklärt habe, die weitläuftigen Formeln, die ich Plangemäß ausschließen muß, sodann beim Lalande („Astronomie." Livre IX.) einsehen kann. Ich begnüge mich, das hier wegen dieser Bezugnahme auf Parallaxe beigebrachte Detail nochmals mit den nun verständlichen kurzen Worten: „Die tägliche Parallaxe vermindert die (Rechnungs-gemäßen) Höhen der Gestirne, deren „scheinbarer" Ort h (Fig. 2.) etwas niedriger steht, als der „wahre," wodurch sich auch die Längen, Rectascensionen u. s. w. (wie ich eben zu zeigen hatte) um kleine Bogen ändern, welche man Parallaxen der Länge, der Rectascension u. s. w. nennt"* — zu resumiren,

* Da die Parallaxe also im Vertical des Gestirns erniedrigend, die Refraction (Strahlenbrechung, astronomische) aber, wie wir in diesem Art. näher sehen werden, ebenfalls im Vertical auf dasselbe erhöhend wirkt, so geben die Tafeln, namentlich in Bezug auf den Mond, gleich die Differenz beider Einflüsse für jede Höhe, eine Bemerkung, welche ich, um einem etwanigen Zweifel der Leser beim ersten An-

und gebe damit sogleich zu den diesen Gegenstand betreffenden historischen Notizen über, welche den voraufgehenden Vortrag, bevorwortetermaßen, zugleich noch in manchen Specialien ergänzen sollen.

Die ältesten Astronomen hatten einen sehr unvollkommenen Begriff von den Parallaxen und den also daraus folgenden Entfernungen der Gestirne, selbst von der Mond-Entfernung, obwohl diese, wie wir gesehen haben, noch am leichtesten zu bestimmen ist; Pythagoras (um 600 vor Christus) z. B. schlägt dieselbe (Plin. hist. natur. II. 21.) nur etwann auf 4000 bis 5000 Meilen, also kaum auf den zehnten Theil desjenigen (50000 Meilen) an, was wir dafür gefunden haben. Richtigere Ansichten hiervon finden wir erst beim Hipparch, diesem uns vielfach bekannt gewordenen (125 v. Chr. zu Rhodus verstorbenen), ausgezeichneten Griechischen Astronomen, welcher nach dem Zeugnisse des Ptolemäus (Alm. V. 11.) die Grenzen der Mond-Entfernung (die wir — vergl. Mond, S. 146 — bei entsprechenden Horizontal-Parallaxen von 61′/2 und 54 Minuten zu 56 und 64 Erdhalbmessern angeben) auf 56 und 72 Erdhalbmesser festsetzte. Ptolemäus selbst (biograph. Notizen über ihn in Weltsystem, indem Er bekanntlich der Auctor eines dieser Systeme ist), der sich in seinem eben citirten großen astronomischen Werke „Almagest," * passim, ausführlich darüber verbreitet, ist nicht besonders genauer, und die Arabischen Astronomen, welche zunächst nach ihm in seine Fußstapfen traten, haben auch nicht viel mehr geleistet.

Während des Mittelalters machte diese Untersuchung keine weiteren Fortschritte; erst der große Copernikus nahm sie wieder auf, und schloß nach sorgfältigen, namentlich in das Jahr 1522 fallenden Beobachtungen die Horizontal-Parallaxe des Mondes zwischen die Grenzen von 50 und 66 Minuten, und demnach die Entfernungen dieses Gestirns von der Erde zwischen 68 und 52 Erdhalbmesser ein, an welcher Bestimmung auch Tycho und die übrigen näheren Nachfolger des Thorner Astronomen wenig auszusetzen fanden, bis endlich Lalande vermittelst der oben beschriebenen Methode° gleichzeitiger Beobachtungen durch zwei Beobachter zu dem schon vorn anticipirten Resultate gelangte, daß (genauer) die größte, für Paris°° Statt habende „Horizontal-Parallaxe" des Mondes, wenn derselbe voll und zugleich in der Erdnähe°°° ist, 61′ 29″, die kleinste des Neumondes in der Erdferne aber 53′ 51″ beträgt, welchen Horizontal-Parallaxen die (vergl. wieder Mond,

blicke solcher Tafeln zu begegnen, lieber gleich hier noch hinzufüge.

* Das ptolemäische Werk hatte den Titel: „Σύνταξις μεγίστη, das größte System oder die vorzüglichste Zusammenordnung." Vor das Wort μεγίστη hatte der arabische Uebersetzer den Artikel al gesetzt und nun das Wort umgebildet in Almagest. Die mir bekannte einzige Ausgabe ist von Grynaeus und Camerarius. 1538. Bode hat die vier ersten Abschnitte des siebenten Buchs übersetzt. 1795.

* Man könnte auf diese Veranlassung fragen, welcher Beobachtungs-Methode sich denn die Astronomen vorher bedienten? sie bestand in der Vergleichung berechneter und beobachteter (vgl. vorn) Zenith-Abstände. So beobachtete Ptolemäus einstmals den Zenith-Abstand des Mondes = 50° 55′ als derselbe der Rechnung zu Folge nur . . . . . 49—48

hätte seyn sollen, woraus eine Parallaxe von . . . . . 1° 7′ hervorging; denn um so viel hatte die Parallaxe den Abstand des Gestirns vom Zenith vermehrt (dasselbe — s. wieder vorn — in seinem Vertical erniedriget). Aus dieser Höhen-Parallaxe konnte sodann also auf die Horizontal-Parallaxe geschlossen werden.

** „Für Paris"? Nämlich (s. was vorn vom Einflusse der sphäroidischen Gestalt des Erdkörpers auf die Parallaxe beigebracht ist) für die in der Breite von Paris Statt findende Größe des Erdradius.

*** Vergl. wegen dieser und der folgenden Combination den Artikel Evection.

S. 146.) respectiven Entfernungen von 58,8 und 63,6 Erdhalbmessern entsprechen. — So viel, unter dem hier aufgestellten historischen Gesichtspuncte, von der Parallaxe des Mondes.

Da die Astronomen aber schon bei Bestimmung dieses Elementes für den uns nächsten Weltkörper, und für welchen dasselbe also im nämlichen Verhältnisse bedeutend ausfällt, so große Schwierigkeiten gefunden haben, so kann man sich leicht denken, wie viel mehr Bemühung noch die Ermittlung der, bei der weiten Entfernung natürlich auch äußerst kleinen Parallaxe* der Sonne gekostet haben muß. Die Meinungen der Alten über die Entfernung dieses Gestirns von der Erde finden sich beim Plutarch („De placitis Phil." III. 31.) und beim Plinius („Hist. nat." II. 21.). Man ersieht daraus, daß Pythagoras den Abstand der Sonne von der Erde nur etwann dreimal so groß, als den des Mondes von der letzteren (zu 150000, statt der 20000000 Meilen, welche wir dafür finden) annahm; und in ähnlicher Art sind die Meinungen der späteren Griechischen Astronomen über diesen delicaten Punct bis auf Aristarch von Samos (um 260 vor Christus) höchst irrthümlich, welcher bewies, daß die Parallaxe der Sonne nicht über 3 Minuten und die Entfernung von der Erde daher unmöglich weniger als 1150 Halbmesser der Erde (wir finden bekanntlich 8,5 Secunden und $\frac{20000000}{860}$ = etwann 24000 bis 25000 Erdhalbmesser) betragen könne. Das zu dieser Ermittlung von Ihm angewendete scharfsinnige Verfahren habe ich im Art. Mond, S. 146. beschrieben; dasselbe beruhet, wie wir dort gesehen haben, auf der Einsicht, daß der noch bei Bestimmung der Parallaxe und Entfernung des Mondes angewendete und dazu hinreichend befundene Erdhalbmesser doch in Bezug auf die Sonnen-Entfernung ein zu kleines Maß sey, weßhalb Aristarch demselben, in der l. c. nachgewiesenen Art, jene als bekannt vorausgesetzte, so viel größere Entfernung° des Mondes von der Erde (in Erdhalbmessern ausgedrückt) substituirt. Ptolemäus setzte nachher diese Angabe des Aristarchus für die Parallaxe der Sonne auf 2′/2 Minuten und die Entfernung danach auf 1140 Erdhalbmesser herab; und ich finde, daß selbst noch Tycho dieser Bestimmung nachgab.

Erst Kepler schloß aus der von ihm erlangten Ueberzeugung gänzlicher Unbemerkbarkeit einer Parallaxe des Mars,°° selbst in der größten Erdnähe, daß eine solche für die so viel entferntere Sonne gar nicht oder doch kaum wahrzunehmen seyn könne; in seinem viel angeführten, großen Werke: „De Stella Martis." S. 71, erklärt er sich mit seinem gewöhnlichen Scharfsinne sehr einsichtsvoll darüber, und später verkleinert Er die Sonnen-Parallaxe bis auf 1 Minute, als etwann den dritten Theil dessen, was wir eben mit Tycho dafür gefunden haben. Einige Jahre nach Kepler's Tode (um 1640; Kepler starb 1631) wandte Wendelinus°°° das oben erwähnte Verfahren des Aristarch zur Ermittlung der Sonnen-Parallaxe an, und setzte dieselbe wiederum bedeutend kleiner, nämlich auf 15 Secunden fest, ein Resultat, wel-

° Wenn der Ausdruck ohne Zusatz gebraucht wird, so ist immer die Horizontal-Parallaxe zu verstehen: nur sie ist, im Vergleiche zu der sich mit jeder Höhe ändernden Höhen-Parallaxe, etwas Fixes.

* Gleich wie wir, bevorwortetermaßen, in dem folgenden Art. „Parallaxe," jährliche, das noch größere Maß des Halbmessers der ganzen Erdbahn anzuwenden gezwungen seyn werden.

°° Wir haben eine solche von einigen Secunden zwar schon oben gefunden, aber durch ein Verfahren, von welchem Kepler noch keine Ahnung hatte, oder welches auch mit damaligen Instrumenten gar kein Resultat geliefert haben würde.

°°° Wendelinus (Godefroi), über welchen man nicht leicht biogr. Notizen findet, lebte um die Mitte des 17ten Jahrhunderts, und war Canonikus zu Condé in Flandern. Der Jesuit Riccioli (vergl. d. A. Erde, S. 343.) zeichnet ihn, obwohl er selbst abweichende Ansichten hegte, im „Almagestum novum." I. 109. besonders wegen seiner oben erwähnten Bemühungen um die Ermittlung der Sonnen-Parallaxe, aus.

ches durch seine Genauigkeit (wir finden, wie gesagt, zwischen 8 und 9 Secunden) überraschen könnte, daher ich in einer Anmerkung * nochmals besonders darauf zurückkomme; allein die übrigen Astronomen seiner Zeit konnten sich nicht entschließen, ihm darin beizustimmen; und Riccioli namentlich, wie ich eben angedeutet habe, blieb bei einer Sonnen-Parallaxe von ½ Minute (also bei der Hälfte der erwähnten Kepler'schen Angabe) stehen.

Im Jahre 1684 gelang es endlich Cassini dem Aelteren (wir haben die ganze, per excellentiam die „astronomische" genannte Familie Cassini im kurz vorhergehenden Artikel Nebenplaneten kennen gelernt), die Sonnen-Parallaxe (vergl. oben) nahe richtig zu 9½" zu ermitteln. Er wandte dazu die schon schon oben erwähnte, von Ptolemäus in Bezug auf den Mond gebrauchte Methode der Vergleichung berechneter und beobachteter Zenith-Abstände, wie ich vorn darauf vorbereitet habe, auch auf den Mars an, und fand dessen Horizontal-Parallaxe in der Opposition dieses Planeten, also in einer Entfernung von sehr nahe 8000000 Meilen von der Erde, auf diese Weise (fast wie wir oben) = 24"; — und da sich die Parallaxen umgekehrt wie die Entfernungen verhalten, so hatte Er also (Sonnen-Entfernung von der Erde = 20000000 Meilen)

20 : 8 = 24 : Sonnen-Parallaxe,

woraus dieselbe, wie gesagt, = 9½ Secunden kam. Es blieb jetzt nur noch die Bestätigung dieses Resultates durch die, schon oben, mit Verweisung hierher, ausgezeichnete Beobachtung der Vorbeigänge der Venus vor der („Durchgänge durch die") Sonnenscheibe in den Jahren 1761 und 1769 übrig, auf welche der uns viel bekannt gewordene, würdige Englische Astronom Edmund Halley, Zeitgenoß Newtons, als auf das sicherste Mittel der verlangten Bestimmung, lange vorher aufmerksam gemacht hatte; „et si," um nun unseren, für diese Untersuchung enthusiastisch eingenommenen Lalande („Astronomie." 2te Aufl. §. 1742.), welchem ich bei derselben zum Theile gefolgt bin, darüber selbstredend einzuführen, „si l'on a toujours mis au nombre des époques mémorables, celles des progrès de l'esprit humain, tout ce qui nous procure des connaissances nouvelles est pour nous un évènement célèbre: *le passage de Venus* étoit un de ces phénomènes rares et singuliers, prédit et attendu depuis plus d'un siècle et qui jusque lors n'avoit jamais été observé, quoique c'étoit de tous les phénomènes célestes, celui dont on devoit espérer la *plus exacte détermination* de la *parallaxe du Soleil*, et par conséquent des *distances de toutes les planètes* à la terre." *

* Ich bitte die Leser nämlich, nochmals d. A. Mond, S. 146. und die dort bezeichnete Fig. 2 der Tafel V. zu vergleichen. Wendelinus mit beßren Instrumenten als Aristarch, findet den Winkel TSL im gleichnamigen rechtwinkligen Triangel derselben, d. h. die Sonnen-Parallaxe für die Moudentfernung (60 Erdhalbmesser) = 15 Minuten, und schließt daraus ganz richtig, daß dieser Winkel für eine 60 Mal kleinere Basis (also für den einfachen Erdhalbmesser, in welchem Falle derselbe also unsere Horizontalparallaxe wird) auch 60 Mal kleiner, also $\frac{15'}{60} = 15''$ seyn müsse. — Ich bemerke, auf diese Veranlassung, für peinliche Leser, welche das l. c. vorgeschriebene Messungsverfahren genauer beachten, nur noch, daß einmal der betreffende Abstand nur zwischen den Rändern: dem östlichen der Sonne, und dem westlichen des Mondes hat gemessen werden können, wonächst, um den Abstand der Mittelpuncte S, L, zu haben, die Halbmesser beider Gestirne hinzuzurechnen gewesen sind, und daß, zweitens, Behufs der Uebereinstimmung des für den Oberflächenpunct der Erde erhaltenen Resultates mit dem auf den Mittelpunct T bezogenen, auch der Scheitelabstand beider Gestirne nicht bedeutend hat seyn dürfen.

* Durch Kepler's Regeln (vergl. d. A.) ist nämlich, wie ich hier erinnern darf, zwar der relative (der verhältnißmäßige) Abstand der verschiedenen Pla-

Das zu dieser Bestimmung der Horizontal-Parallaxe der Sonne und also der Entfernung dieses Gestirns von der Erde durch die Vorübergänge der uns dabei in der untern Conjunction sehr nahen Venus angewendete Verfahren, welches wesentlich darauf hinausläuft, aus der größeren (leichter meßbaren) Parallaxe und geringeren Entfernung der Venus beim sodann Statt findenden Bezuge dieses Planeten zur Sonne die so viel kleinere Parallaxe und so viel größere Entfernung der letzteren abzuleiten, habe ich aber im schon oben citirten, besondern Art. Durchgang * in allem Detail entwickelt, und danach die, um es nun nochmals zu wiederholen, so eifrig gesuchte Horizontal-Parallaxe der Sonne zu 8″,5, und die Entfernung nahe 25000 Erdhalbmesser, oder, etwann ** wie vorn, zu 20000000 Meilen angegeben. Aus der Parallaxe der Sonne, deren genaueste Ermittlung, wie ich also jetzt auch historisch nachgewiesen habe, so unendliche Bemühungen gekostet hat, folgt sodann in der nachgewiesenen Art zugleich die Horizontal-Parallaxe derjenigen andern Systemskörper, für welche dieselbe, bevorwortermaßen, unmittelbar nicht wohl zu finden steht.

Dieß ist somit die Geschichte der allmäligen Ausbildung der Lehre von der Parallaxe und ihres Gebrauches in der älteren und neueren Astronomie zur Darstellung der Entfernung der betreffenden Gestirne von uns, als der ersten Anwendung, welche wir von derselben nachgewiesen haben. Was dagegen die zweite dieser hier betrachteten Anwendungen: die Ermittlung der wahren Planeten-Durchmesser durch die Parallaxe, gleichwie drittens, die ihr gemäße Verwandlung eines berechneten (eines „wahren") Planeten-Himmelsortes in den wirklich erscheinenden (den „scheinbaren;" „lieu apparent") anbetrifft, so finde ich darüber bei den Aelteren keine Angaben; und sie müssen ganz als ein Verdienst der neueren Astronomie, namentlich der Vervollkommnung der Kepler'schen Planeten-Theorie betrachtet werden.

Die Literatur-Notizen über Parallaxen-Rechnung endlich anlangend, so verweise ich Leser, welche mein Vortrag, obschon ich, auch in der plangemäßen Beschränkung unseres Werkes, Wesentliches doch nicht übergangen zu haben glaube, gleichwohl nicht befriedigen sollte, auf Lalande: „Astronomie," wo sich die Materie, Buch IX., mit der größten Ausführlichkeit behandelt findet. Ein eigenes Werk darüber aber besitzt man von dem uns mehrfach bekannt gewordenen Stuttgarter Astronomen Wurm: „Praktische Anleitung zur Parallaxen-Rechnung." Tübingen. 1804. 8.; und mit der Empfehlung dieser gründlichen Arbeit beschließe ich denn den gegenwärtigen Art. „tägliche Parallaxe," und gehe nun über auf die damit in so enger Beziehung stehende

Parallaxe, „jährliche," Parallaxe der Erdbahn; Parallaxis orbis annui, Prostaphaeresis orbis; *Parallaxe (du grand orbe) de l'orbite ou annuelle*, Parallaxe obsolue, deren nur relative Verschiedenheit von der vorauf behandelten „täglichen Parallaxe" ich gleich Eingangs des betreffenden vorigen Artikels hervorgehoben habe. Gleichwie nämlich

---

neten von der Sonne, und damit von der Erde bekannt; um daraus aber den absoluten (z. B. in Meilen) ableiten zu können, mußte natürlich erst ein solcher Abstand der Erde von der Sonne (also die Horizontalparallaxe der letzteren) gegeben seyn.

* Ich bitte auf diese Veranlassung nur nochmals, den in diesem Artikel, S. 243 Sp. 1 stehen gebliebenen Druckfehler: 276 Erdhalbmesser = „60000" statt „etwann 200000 Meilen" gütigst zu verbessern.

** Man mag sich über dieses „etwann," und die demgemäß an andern Stellen meines Vortrages vorkommenden, etwas abweichenden dießfallsigen Angaben, nicht eben wundern: ich thue l. c. dar, und wiederhole hier, daß eine Aenderung von nur 0″,1 in der Horizontal-Parallaxe der Sonne schon eine Entfernungsänderung von über 200000 Meilen zur Folge hat.

bei der täglichen Parallaxe der Halbmesser der Erdkugel, so liegt, angeführtermaßen, bei der „jährlichen" Parallaxe vielmehr der (zu „jährlichen" Beobachtungen geeignete) Halb- (zuweilen — vergl. unten — bezieht man sich auch auf den Durch-) messer der Erdbahn zu Grunde; die jährliche Parallaxe ist der Unterschied der optischen Orte (vergl. Ort, optischer) eines Gestirns, wenn dasselbe aus der Sonne und aus einem (also von letzterer um den Halbmesser der Bahn abstehenden) Puncte der Erdbahn (oder, wie gesagt, auch aus zwei, sich diametral gegenüber liegenden Bahnpuncten) betrachtet wird; mit noch andern Worten: die jährliche Parallaxe ist der Unterschied des aus der Sonne und der (immer einen Bahnpunct einnehmenden) Erde gesehenen, des heliocentrischen und geocentrischen (vergl. beide Art.) Ortes eines Gestirns* (der — vergl. unten — heliocentrischen und geocentrischen Länge).

Wir haben im Art. Elongation, S. 307, die übrigen Planeten (abstrahirend von aller Breite) vorläufig mit dem Planeten Erde, mit welchem sie gemeinschaftlich die Sonne umkreisen, und also auch mit letzterer, sämmtlich in derselben Ebene (der Ekliptik) angenommen, und uns, dieser Fiction gemäß, die drei Puncte (Gestirn-Mittelpuncte) der Sonne, Erde und eines beliebigen andern Planeten durch gerade Linien zu einem, sonach in dieser Ebene der Ekliptik liegenden, ebenen Triangel** verbunden gedacht, in welchem wir, um es — vergl. unten — nochmals in das Gedächtniß zurückzurufen (den Winkel an der Erde die Elongation, den Winkel an der Sonne die Commutation und) den Winkel am Planeten mit Verweisung hierher eben die Parallaxe nannten.

Sey also, mit fernerer vorläufiger Beibehaltung der obigen Voraussetzung, Figur 5. der Tafel X., in S die Sonne, ♈T♎m die Erdbahn, in T die Erde und in M ein Planet in seiner Bahn, so wird derselbe von der Sonne nach SM, von der Erde nach TM gesehen, und der (parallaktische) Winkel TMS ist, unserer Definition gemäß, die jährliche Parallaxe des Planeten für diese seine Stellung gegen Sonne und Erde. Gedachter Winkel darf aber natürlich nur bei der gemachten Voraussetzung des Zusammenfallens der Bahnen in derselben Ebene der Ekliptik, also bei der obigen Abstraction von aller Breite des Planeten M, als in dieser Ebene der Ekliptik selbst liegend angenommen werden; in der Wirklichkeit veranlaßt die Breite, daß die Gesichtslinien SM, TM (die Schenkel des „parallaktischen Winkels" TMS) nicht in die bezeichnete Ebene der Ekliptik fallen (über M hinaus bis zum Fixsternhimmel verlängert, daselbst nicht Sterne der Ekliptik, sondern ganz andere Himmelspuncte treffen*).

* Hier ist eine nothwendige Bemerkung zu machen. Gleichwie die tägliche Parallaxe (vergl. d. A.) die größte im Horizonte, und Null im Zenith ist, also ist die jährliche Parallaxe die größte in den Quadraturen und, abgesehen von der Breite, Null in der Conjunction oder Opposition. — Ich bitte die Leser, dieß sogleich vor Ihr Nachdenken zu ziehen; die Folge meines Vortrages führt mich darauf zurück.

** Ich habe denselben, im citirten Artikel Elongation S. 309, den „Elongationstriangel" benannt, und werde unter dieser Benennung hinten darauf zurückkommen.

* Ich kann, um meinen Lesern zur klarsten Vorstellung vom wahren Sachverhältnisse zu verhelfen, diesen, schon im Art. Geocentrisch, S. 600 erwähnten Umstand nicht genug hervorheben. Der Planet M, da er Breite hat, befindet sich, ausser in den Knoten, nie in der Ebene der Ekliptik: er schwebt im Raume über (oder unter) derselben; er nimmt dort einen Punct in seiner Bahn ein; zu diesem Puncte führen eigentlich die Gesichtslinien (Visions-Radien) SM, TM, bilden dort den, gleich innen, nicht in der Ebene der Ekliptik liegenden Winkel TMS der „jährlichen Parallaxe," und treffen, darüber hinaus verlängert, wie gesagt, nicht Puncte der Ekliptik, sondern ganz andere Himmelspuncte. — Nur erst nach

Um also jene Fiction einer gemeinschaftlichen Ebene für sämmtliche Planeten herzustellen, und den Winkel der jährlichen Parallaxe des zum Beispiele gewählten Planeten M mit Abstraction von der Breite, gewohntermaßen, auf die Ekliptik beziehen zu können, postulirt der irdische Astronom ein Loth MN vom Puncte, den der Planet eben in seiner Bahn einnimmt, auf die (eventuell erweiterte) Ebene der Ekliptik, eine Operation, welcher er den Namen der Reduction auf die Ekliptik (vergl. d. A.) beilegt, betrachtet diesen „reducirten Ort" N (statt M) als Planetenort, und nennt den Winkel SNT, den die Gesichtslinien SN und TN nun dort einschließen (statt SMT) die (jährliche oder) Parallaxe der Erdbahn für diese Stelle des Planeten M. Erst hiernächst also treffen diese Visionsradien SN, TN, verlängert über N hinaus, am Himmel die Puncte m und μ der Ekliptik, und bezeichnen also dort, ersterer die heliocentrische, letzterer die geocentrische Länge des Planeten (in der Ekliptik), wodurch unsere obige, dem astronomischen Gebrauche gemäße, näher bestimmte Definition:

„die (jedesmalige) jährliche Parallaxe eines Gestirns (namentlich eines Planeten) ist der (entsprechende jedesmalige) Unterschied seiner heliocentrischen und geocentrischen Länge*

gerechtfertiget wird.

Dieser Unterschied zwischen der heliocentrischen und geocentrischen Länge, diese jährliche Parallaxe der Planeten, rührt aber natürlich daher, daß letztere Gestirne nicht so unermeßlich weit uns entfernt sind, daß man den Halbmesser der Erdbahn gegen ihre Entfernung als verschwindend (als ganz unmerklich) betrachten könnte. Wäre dieß der Fall, so würden die Gesichtslinien aus der Sonne und der Erde nach einem Planeten (M), und zwar sowohl nach seinem wirklichen (seinem Bahn-) als seinem reducirten Orte, statt daselbst einen Winkel (SMT oder SNT) einzuschließen, vielmehr als zusammenfallend, oder, da der Planet dann überall einer jeden dieser beiden Gesichtslinien in gleicher Art entspräche, als parallel* erscheinen; die heliocentrische und geocentrische Länge des Planeten würde sich dann für jede Stelle seiner Bahn (nicht bloß in den deßwegen oben erwähnten Conjunctionen oder Oppositionen, sondern auch in den weitesten Abständen der Quadraturen) gleich groß zeigen. Die Bemerkbarkeit eines solchen Winkels (SNT) jährlicher Parallaxe dagegen läßt offenbar auf die Meßbarkeit der Entfernung des Planeten durch den Halbmesser der Erdbahn schließen, und ich will jetzt zeigen, wie es die älteren Astronomen, z. B. Copernikus, vor Entdeckung der dritten Kepler'schen Regel (vgl. d. A.) angefangen haben, um vermittelst dieser jährlichen Parallaxe die Entfernungen der Planeten von der Sonne in solchen Halbmessern der Erdbahn abzuleiten.

Copernikus („De revolutionibus." l. V. c. 9.) beobachtete am 25. Febr 1514 um 5 Uhr Morgens die geocentrische Länge des Saturn = 209°. Wäre dieser Planet unermeßlich weit von der Erde, so hätte seine heliocentrische Länge zur selbigen Zeit also eben so groß seyn müssen; sie ergab sich aber

der nun oben bezeichneten „Reduction auf die Ekliptik," darf der Winkel der jährlichen Parallaxe auch in der Ebene der Ekliptik selbst angenommen werden.

* „La *parallaxe annuelle* (Prostaphaeresis orbis), est la différence des longitudes *héliocentriques* et *géocentriques*: c'est le premier phénomène que produit *notre éloignement du Soleil et du centre des mouvemens planétaires.*" Lalande: „Astronomie." §. 1141. Die Vergleichung des letzteren Satzes kann unten nützlich werden.

* Gleichwie uns, um das bekannteste Beispiel zu wählen, wenn wir einen dazu hinreichend entfernten Thurm zur Seite haben, und nun in dieser Richtung immer etwas fortgehen, alle Gesichtslinien nach dem Thurme unter einander parallel erscheinen, eben weil das Maß unseres Fortgehens gegen die Entfernung des Thurmes unmerklich ist.

nach der Rechnung nur = 203° 16′, und der Unterschied von 5° 44′ war also die jährliche Parallaxe, ohne deren Einfluß sich dieselbe, wie gesagt, = 0 gefunden haben müßte.

Dieselbe Rechnung zeigte den entsprechenden Unterschied der heliocentrischen und geocentrischen Länge des Saturn und der Erde (den deßhalb oben erwähnten Commutations-Winkel) = 67° 35′, woraus der dritte Winkel des (vergl. wieder oben) „Elongationstriangels“ also (5° 44′ + 67° 35′ = 73° 19′, und diese abgezogen von 180°) 106° 41′ kam. Demgemäß hatte Copernikus denn in diesem Triangel:

Halbmesser der Erdbahn : Entfernung des Saturn v. d. Sonne = sin 5° 44′ : sin 106° 41′,

1 : x = 0,099 : 0,958,

also diese Entfernung = 9 bis 10 Mal so groß, als die Entfernung der Erde von der Sonne (etwann 200 Millionen Meilen), wie wir dieselbe finden.

Eben so verhält es sich mit jedem andern Planeten: hat man ihn in der Opposition (ich bleibe, da sich die Anwendung auf die Conjunction von selbst ergibt, bei den oberen Planeten stehen), wo seine heliocentrische Länge, als der geocentrischen dann gleich, also unmittelbar aus der gemessenen letzteren folgt, beobachtet, so läßt sich diese heliocentrische Länge immer leicht für den nachherigen Moment berechnen, wo die Commutation des Planeten (welche in der Opposition = 0 war) = 90° geworden ist; hätte der Planet also keine jährliche Parallaxe, so müßte sich die dann zu beobachtende geocentrische Länge jener berechneten heliocentrischen gleich zeigen; sie wird aber immer um etwas verschieden davon gefunden, und diese Verschiedenheit ist demnach die „jährliche Parallaxe der Planeten.“

Ganz anders verhält es sich dagegen in dieser Hinsicht mit den Fixsternen, auf welche ich die Betrachtung einer jährlichen Parallaxe jetzt ausdehne: die Gesichtslinien ♈ L, ♎ L nach dem nämlichen Fixsterne L unserer Figur 5. der Tafel X, obwohl die Puncte ♈ und ♎, statt um den bisher betrachteten Halbmesser, sogar um den ganzen Durchmesser der Bahn (welchen ich, bevorwortetermaßen, jetzt einführe) auseinander liegen, zeigen schlechterdings keine merkliche Convergenz, wodurch sich uns allein schon die Ueberzeugung von der Unermeßlichkeit der Entfernung dieser Gestirne sogleich unwiderleglich aufdringt.

Zwar haben Bessel (der jetzt verewigte Königsberger) und Struve (der große Petersburger Astronom) an einzelnen Fixsternen (vergl. d. Art. S. 556. und unten) eine, auf den Halbmesser der Erdbahn bezogene, also eine jährliche Parallaxe im vorauf gemeinten Sinne, resp. von ⅓ und ⅛ Secunde (am Sterne einen, den Halbmesser der Erdbahn zur Basis, und Gesichtslinien aus der Sonne und einem Bahnpuncte zu Schenkeln habenden Winkel von resp. ⅓ und ⅛ Secunde) nachgewiesen; allein dazu sind, wie l. c. ausführlich gezeigt worden, ganz andere Methoden in Anwendung gekommen, wogegen das obige, für Planeten ausreichend befundene Verfahren, für Fixsterne immer nur das Resultat eines vollkommenen (oder ganz unmerklich davon abweichenden) Parallelismus der heliocentrischen und geocentrischen Visionsradien gewähren würde. Dieser Umstand dient also zur Bestätigung unseres Satzes, daß die an den Planeten beobachtete jährliche Parallaxe (die Convergenz der Gesichtslinien aus Erde und Sonne nach ihnen) lediglich eine Folge der geringeren, wie gesagt, durch den Halbmesser der Erdbahn noch meßbaren Entfernung dieser Gestirne ist, und daß die Gesichtslinien auch nach ihnen, gleichwie nach den Fixsternen, parallel seyn, keine Convergenz zeigen würden, wenn sie eben so weit entfernt wären, als diese, woraus also zugleich die von uns eben postulirte Zunahme der Convergenz mit der Abnahme der Entfernung, und also die vollkommene Zulässigkeit unseres Schlusses aus jener auf diese, auch im Allgemeinen folgt. — Dieß aber habe ich nur besonders noch einmal hervorheben wollen.

Es sind, um nun zur historischen Betrachtung überzugehen, ehe man zu

dieſer Ueberzeugung von der Unermeßlichkeit der Entfernung der Fixſterne und der dadurch bedingten Unbemerkbarkeit einer jährlichen Parallaxe an ihnen hat gelangen können, unzählige Bemühungen darum aufgeboten worden. Ich habe dieſer Bemühungen bereits im verwandten Artikel Abirrung des Lichtes, S. 6 flgd., Erwähnung gethan, und dort gezeigt, wie eine jährliche Parallaxe der Fixſterne Veränderungen der Zenith-Abſtände dieſer Geſtirne beſonders in entgegengeſetzten Jahreszeiten und wo ſich alſo die Erde auch in diametral entgegengeſetzten Bahnpuncten befindet, hervorbringen müſſe. Dieſe Idee verfolgte, wie ich nun weiter anzuführen habe, namentlich Tycho; allein ſchon Er fand (Kepler: „Epit. Astr. Copern.“ Lib. III. pag. 493.) die größte Höhe des Polarſterns zu entgegengeſetzten Jahreszeiten vollkommen Einerlei, und ſchloß daraus richtig, daß die „jährliche Parallaxe der Fixſterne“ unmerklich ſey. Mehrere, der alten Anſicht huldigende Aſtronomen der damaligen Zeit brauchten dieß als einen Einwand gegen das Copernikaniſche Syſtem, indem die dieſem Syſteme zu Grunde liegende Annahme der Bahnbewegung der Erde einen Abſtand der Beobachtungsſtellen von 40 Millionen Meilen in entgegengeſetzten Jahreszeiten bedingt, wobei ſich eine Parallaxe ergeben zu müſſen ſchien. Dieſer Einwand zeigte ſich ſo gewichtig, daß den Copernikanern nichts als die Erklärung übrig blieb, die Entfernung der Fixſterne ſey ſo bedeutend, daß auch der größte Abſtand der Bahnſtellen, welche die Erde bei ihrem Jahreslaufe um die Sonne einnehme, dagegen verſchwinde; — und Bradley's eben erwähnte glänzende Entdeckung der Abirrung des Lichtes ſetzte denn endlich jene Jahresbewegung der Erde und damit die Richtigkeit der ſo geſtellten Copernikaniſchen Erklärung von der Unmerkbarkeit einer jährlichen Parallaxe der Fixſterne außer Zweifel, und entſchied ſolchergeſtalt den Streit.

Indeß hat dieſe, alſo ſeit Bradley (ſeit der Mitte des vorigen Jahrhunderts) gegoltene Annahme, daß trotz der in Folge des Bahnlaufes der Erde eintretenden, ſo großen Stellungsverſchiedenheit des Beobachters, eine Jahres-Parallaxe der Fixſterne dennoch ſchlechterdings nicht bemerkbar ſey, wie geſagt, in der neueſten Zeit durch Beſſel und Struve gleichwohl wieder eine Einſchränkung erfahren, indem der Erſtere am Sterne 61 im Sternbilde des Schwans die oben erwähnte jährliche Parallaxe von $^1/_3$", der Letztere aber am Sterne Wega der Leyer eine ſolche von $^1/_8$ Secunde nachgewieſen haben, woraus für jenen Stern eine Entfernung von 12", für dieſen aber von 32 Billionen geographiſcher Meilen von der Erde folgt. Gerade aber das Ungeheure dieſer Entfernungen, und die dadurch bedingte Kleinheit der Parallaxe von Bruchtheilen einer Secunde, beſtätiget die obigen Anführungen, und ſpricht alſo nicht ſowohl wider, als vielmehr ganz entſcheidend für die Richtigkeit der Anſicht der Copernikaner. Das Detail dieſer Beſſel-Struve'ſchen Meſſungen habe ich hier nicht wiederholen dürfen, da ſich daſſelbe, um nochmals darauf aufmerkſam zu machen, im citirten Art. Fixſterne, S. 556 flgd., vorfindet, womit man (welche Anführung zugleich als die gewöhnliche Literarnotiz dienen mag) den Aufſatz darüber von Beſſel ſelbſt, in Schumacher's „Jahrbuch für 1839.“ 2te Abthl. S. 8 flgd., verbinden kann.

Schließlich endlich die Bemerkung, daß, da die bis jetzt beobachtete, größte jährliche Parallaxe eines Fixſterns (der gleichſchenklige Winkel an ihm, welcher — vergl. oben — den Halbmeſſer der Erdbahn zur Baſis hat) alſo kaum $^1/_3$ Secunde beträgt, eine tägliche Fixſternparallaxe (wobei ſonach der 24000 Mal kleinere Halbmeſſer der Erdkugel die Baſis abgäbe, und welche demgemäß $\frac{^1/_3}{24000} = {}^1/_{72000}$ Secunde betrüge) natürlich ganz undenkbar iſt, wodurch alſo das, was ich im vorangehenden Art. Parallaxe (tägliche) mit Verweiſung hierher wiederholentlich darüber vorbringe, vollkommen beſtätiget wird.

Parallelismus der Erdaxe; Parallelismus axis terrae; *Parallélisme de l'axe de la terre* * Man bezeichnet im

* Ich ſage da oben zwar nur „terre“; wir werden aber im Vortrage über Ro-

Copernikanischen Weltsysteme mit diesem Ausdrucke (dessentwegen namentlich schon zu Schlusse des Art. Ekliptik hierher verwiesen ist) eine gewisse Stellung der Rotationsaxe (der Axe der täglichen Umdrehung) des Erdkörpers gegen die Ebene seiner Jahresbahn um die Sonne, durch deren Constanz (steten Parallelismus) die während der letzteren Zeit vorgehenden periodischen Veränderungen des Sonnenstandes für die verschiedenen Puncte der Erdoberfläche mit Bezug auf die, dem Systeme zur Basis dienende doppelte Bewegung der Erde erklärt werden; — und in der That kann nichts einfacher seyn, als diese schöne Erklärung der verschiedenen Taglängen, Sonnenhöhen und Jahreszeiten, welche Copernikus (De revol. I. 11.) aus der Schiefe dieser beiden Bewegungen gegen einander herleitet, da in den andern Systemen das Steigen und Sinken der Sonne äußerst gezwungen durch schiefe Drehung der Sphären, durch schiefes Widerstreben gegen die tägliche Bewegung, oder durch unnatürliche Schraubengänge dargestellt werden muß. Hier bedarf es dagegen nur des einfachen Satzes, daß die Axe der Umdrehung, welche mit der Ebene der Ekliptik einen schiefen Winkel von etwann 66½° macht, sich immer parallel bleibe. Tafel X. Fig. 6. sey S die Sonne; die punctirte Bahn ♈♋♎♑ stelle perspectivisch die Erdbahn vor, auf welcher die Erde selbst in vier Stellungen abgebildet ist. In jeder derselben behält PQ, die Axe der täglichen Umdrehung, eine gleiche, sich immer parallele Lage. Nun sey die Erde um die Zeit unseres längsten Tages in ♑, so wird ihr die Sonne dieser Stelle gegenüber in ♋ oder im Zeichen des Krebses erscheinen. Hier neigt sich der Nordpol P gerade der Sonne zu; die Folge davon ist, daß Ll, der Parallelkreis des Orts L in der nördlichen Hälfte der Erdkugel (wie die Figur deutlich genug zeigt) durch die Linie, welche die der Sonne zugekehrte oder erleuchtete Halbkugel von der dunkeln absondert, in ungleiche Theile getheilt wird; daher der Ort L bei der gleichförmigen täglichen Umdrehung durch Ll länger im hellen, als im dunkeln Theile verweilt, mithin längere Tage und kürzere Nächte hat. Zugleich geht die Linie nach der Sonne ♑S nahe bei l vorbei, oder der Ort L sieht im Mittage die Sonne nahe bei seinem Scheitel, also in einer großen Mittagshöhe. Zu eben der Zeit fallen die Parallelkreise der Südländer, welche Q näher liegen, mehr in die dunkle, als in die erleuchtete Hälfte, diese Länder haben also kürzere Tage und längere Nächte.

Man lasse nun die Erde bis ♈ (wo, wie in ♎, die, die Mittelpuncte von Sonne und Erde verbindende Gerade auf der Rotations-Axe senkrecht ist (eine Bemerkung [vergl. hinten], welche ich nicht ohne Absicht hinzufüge) fortgehen, aus welchem Bahnpuncte sie die Sonne in ♎ sieht, wie um die Herbstnachtgleiche geschieht. Hier fällt genau die in der Figur vorwärtsgekehrte Hälfte des Parallelkreises Ll in den hellen, die zurückgewendete in den dunkeln Theil, und eben so ist es hier mit allen übrigen Parallelkreisen. Daher haben nun alle Orte der Erdkugel gleiche Tage und Nächte.

Rückt die Erde nach einem Vierteljahre bis ♋, und steht die Sonne in ♑, wie zur Zeit der Wintersonnenwende, so fällt nun vom Parallelkreise Ll nur ein kleiner Theil in die erleuchtete Hälfte, und L hat kürzere Tage mit längern Nächten; dagegen ist der Fall für die Parallelkreise gegen den Südpol Q gerade umgekehrt. Jetzt geht auch die Linie nach der Sonne ♋S weit bei L vorbei, d. i. der Ort L sieht im Mittage die Sonne weit von seinem Scheitel in geringer Mittagshöhe. Daß endlich im Stande ♎, wo die Sonne in ♈ oder im Frühlingspuncte gesehen wird, wiederum alle Orte der Erdkugel gleiche Tage und Nächte haben, fällt, wie bei ♈, in die Augen.

Es würde (vgl. unten) überaus weitläuftig seyn, alle Phänomene dieses Wechsels auf gleiche Art durchzugehen, obgleich

tation sehen, daß der Parallelismus der Rotationsaxe der Haupt- und Nebenplaneten ein allgemeines Himmelsgesetz ist. Für den Mars besonders ist dieß schon im betreffenden Artikel, S. 72, für den Mond S. 152 gezeigt.

eine solche Beschäftigung, wenn man sie für sich selbst vornehmen will, sehr lehrreich seyn wird, um die wahre Bewandtniß dessen einzusehen, was von Verbindung des Umlaufs mit der Umdrehung der Erde abhängt. Hier will ich nur noch bemerken, daß der Aequator AR in allen Stellen gerade zur Hälfte im erleuchteten Theile liegt, also immer gleiche Tage und Nächte hat, daß der Nordpol P von ♎ bis ♈ immer im Hellen, von ♈ bis ♎ immer im Dunkeln bleibt, mithin sein Tag und seine Nacht ein halbes Jahr dauern, daß es sich mit dem Südpol Q auf die entgegengesetzte Art, übrigens eben so verhält, und daß aus der Figur auch sehr deutlich wird, warum die Orte um P und Q in der Nähe der Stellen ♋ und ♑ perpetuelle, ganze Wochen und Monate dauernde Tage und Nächte haben. Diese Erklärung ist eben so vollständig, als einfach, und trägt gleich an der Stirn das unverkennbare Gepräge der Wahrheit, zumal wenn man dagegen die Erde ruhend annimmt, und nun auf Möglichkeiten sinnt, sich alles dieses in eben dem Grade begreiflich zu machen.

Inzwischen hat Copernikus hiebei den Fehler begangen, daß er zu Bewirkung der beständig parallelen Lage PQ. außer Umlauf und Umdrehung, noch eine besondere dritte Bewegung („motum declinationis") für nöthig hält und der Erde beilegt. Die Mechanik war zu seiner Zeit (Ende des 15ten Jahrhunderts) noch unvollkommen, fast, möchte ich sagen, gar nicht vorhanden. Sonst würde Er gewußt haben, daß Umdrehung und Umlauf („rotatorische" und „progressive" Bewegung) bei sonstiger Freiheit nicht in einander wirken, und daß die Axe der Umdrehung durch die Kräfte, welche das Fortgehen bewirken, wohl aus der Stelle, aber nicht aus der Lage gebracht wird, daher das Sich-selbst-Parallelbleiben dieser Axe vielmehr Abwesenheit einer dritten Bewegung anzeigt. Der uns vielfach bekannt gewordene Französische Astronom des vorigen Jahrhunderts, de la Caille, drückt sich darüber besonders passend aus: „Ergo," sagt Er, („Lect. element. astron." Versio Lat. Sect. II. Pars I. c. 1.) „*sua natura* axis saltem *parallelus* manet, cum *immotus* manere nequeat, terra ipsa mota." Tycho („Epist. astron." pag. 167.) macht zwar den Einwurf, „es sey hart, der groben Erdmasse (?) dreierley Bewegungen beizulegen;" allein die vermeinte dritte fällt hiernach ganz hinweg; — und die ganze Sache wird meinen Lesern bei nur einigem Nachdenken über das hier in Bezug auf dieselbe Gesagte überhaupt viel einfacher* vorkommen, als der Urheber der

* Indeß will ich (vergl. wieder Ekliptik, S. 298.) doch einen Vorschlag zu noch mehrerer Versinnlichung machen. Die Leser mögen nämlich Ihren Stock, welcher die obige Rotationsaxe der Erdkugel vorstellen soll, an dem einen Ende mit Nord-, an dem andern mit Südpol bezeichnen, und denselben sodann, in der vorgeschriebenen Neigung (der $66\frac{1}{2}^0$) gleichmäßig dergestalt um die Kante (die Erdbahn) Ihres runden Tisches, dessen Mittelpunct die Sonne abgibt, schieben, daß er sich dabei selbst stets parallel erhalten wird; so werden Sie zunächst sehen, daß, gleichwie in Einem Puncte der Kante (der Bahn) der Nord-, im diametral gegenüberliegenden Puncte der Südpol der Sonne zugekehrt ist, und daß in den um 90^0 abstehenden (oben, mit Verweisung hierher, bezeichneten) Zwischenstellen (des ♈ und der ♎) die, die Mittelpuncte der Sonne und Erde verbindende Gerade (der Sonnenstrahl) auf der Axe (dem Stocke) senkrecht steht, und also, beidemal den Aequator beschreibt, — womit also, erstens, die obige, als Folge des „steten Parallelismus der Erdaxe" angegebenen Haupt-Erscheinungen nachgewiesen sind.

Verbinden Sie diese so geneigte Axe (diesen Stock) hierauf aber in Gedanken mit einer frei rotirenden und zugleich frei um den Tisch dahin schwebenden Kugel; so werden Sie sich, zweitens, leicht überzeugen, daß der Stock (die Axe) dabei die einmal erhaltene Neigung und Richtung, so lange keine fremde Kraft darauf einwirkt, nothwendig behalten (sich selbst parallel bleiben) muß, und daß die Erhaltung dieses „Parallelismus" also, weit entfernt die Folge einer neuen Kraftwirkung zu

schönen Erklärung, unser Copernikus, selbst dachte.

Daß, um nun weiter zu gehen, die nächste Folge (dieser Neigung und) dieses steten Parallelismus der Erdaxe die für das Leben der Erde so nothwendige Abwechslung der Jahreszeiten sey, habe ich in diesem letzteren Artikel auseinandergesetzt; auf das Detail aller der übrigen Folgen kann ich aber, bevorwortetermaßen, hier nicht weiter eingehen. Ihre nähere Betrachtung gehört vielmehr eigentlicher in das Gebiet der speciellen Geographie; und ich verweise deßwegen auf die besondern Lehrbücher derselben, namentlich auf unseres Bode „Anleitung zur Kenntniß der Erdkugel." Berlin. 1803. gr. 8., wo mir dieses Detail S. 446. flgd. (mit einer in der Note bezeichneten Einschränkung) recht gut auseinandergesetzt scheint. Auch Lalande: „Astronomie." I. 543. behandelt die Materie mit gewohnter Klarheit; und ich führe aus seiner Darstellung schließlich an, daß Er diese sinnreiche Erklärung der Vorgänge durch die (beständige Neigung und) den Parallelismus der Erdaxe als diejenige *„explication"* bezeichnet, *„qui prouve le mieux le génie de Copernic!"*

Parallelkreise; Circuli paralleli; *Parallèles.* Mit diesem Namen belegt man in der Astronomie und mathematischen Geographie Kreise, welche auf der (an der eingebildeten) Himmels- (Hohl-) und der Erdkugel mit dem Aequator parallel gezogen werden. Die „Parallelkreise" der Himmelskugel heißen besonders auch Tagkreise, und es wird von ihnen bei diesem Worte gehandelt; hier haben wir es daher nur mit den Parallelkreisen der Erdkugel zu thun.

Auf der Erdkugel aber kann natürlich durch jeden Punct (Ort) ihrer Oberfläche ein kleinerer Kreis mit dem Aequator parallel gezogen werden, welcher demnach den Abstand vom letzteren (die geographische Breite) angibt; derselbe heißt der „Parallelkreis" oder das Parallel dieses Ortes; und alle übrigen in demselben belegenen Orte haben offenbar zugleich den nämlichen Abstand vom Aequator oder die nämliche geographische Breite. Man sagt dann, „diese Breite gehöre dem Parallelkreise zu," und nennt ihn den „Parallel von dieser Breite." So liegt z. B. Leipzig unter (auf) dem „Parallel von 51° 19′ 41″ nördlicher Breite."

Die Parallelkreise werden, wie alle Kreise, in Grade, Minuten, Secunden getheilt; weil sie aber (vgl. Kreis, S. 971.) kleinere Kreise der Sphäre sind, so fallen diese ihre Grade, linear genommen, begreiflich auch kleiner, als die Grade der „größten" Kreise: des Aequators, Meridians, aus. Der Halbmesser eines jeden Parallels ist, wie man sich auch ohne besondere Figur leicht versinnlichet, = dem Cosinus der geographischen Breite (des Abstandes vom Aequator) = dem Sinus des Polabstandes dieses Parallels; und da sich die Kreise (Umkreise) verhalten wie die Halbmesser, so darf man also, um den (kleineren) Grad eines gewissen Parallels linear (in Meilen) zu erhalten (den Halbmesser des Aequators — der Erdkugel — = 1 setzend) nur den Grad des Aequators (15 geographische Meilen) mit dem Cosinus der geographischen Breite (dem Sinus des Polabstandes) multipliciren. Demgemäß ist z. B. der Grad des Parallels von 60° Breite (indem cos 60° = sin 30° = ½) = 15 . ½ = (vergl. unten) 7½ geographische Meilen; der Grad des obigen Parallels von Leipzig (cos 51° 19′ 41″ = 0,6248) = 15 . 0,6248 = 9,373 geographische Meilen u. s. w.

Die „Parallelkreise" werden von allen Meridianen unter rechten Winkeln geschnitten; sie sind also ihrerseits auf denselben (ihre Richtung ist auf der Mittagslinie) senkrecht, und sie geben

seyn, vielmehr, wie ich eben ferner im Texte sage, „die Abwesenheit einer dritten (durch diese Kraft bewirkten) Bewegung anzeigt." — Was mehrere Auctoren, namentlich der verewigte Berliner Astronom Bode („Erläuterung der Sternkunde." 3te Aufl. Berlin. 1808. 2 B. gr. 8 II. 83.), dagegen einwenden, scheint mir ohne allen Grund; das hier vorgeschlagene, überdieß so leicht anzustellende und zu wiederholende Verfahren macht den Vorgang, in der postulirten Weise, vollkommen anschaulich.

demgemäß im Horizonte Oſten und Weſten an. Die z. B. öſtliche Entfernung eines Ortes von einem, mit ihm auf demſelben „Parallel“ belegenen, andern Orte wird ſolchergeſtalt zunächſt durch die zwiſchen den beiden Orten enthaltene Anzahl von Graden des Parallels und die den Graden dieſes Parallels zukommenden Meilen beſtimmt. Ich habe, wieder zum Beiſpiele, oben mit Verweiſung hierher gezeigt, daß der Grad des Parallels von 60° Breite 7½ Meile hält; liegen alſo zwei Orte auf dieſem Parallel 10° auseinander (liegt der eine von ihnen im Parallel 10° öſtlicher als der andere), ſo beträgt ihre gegenſeitige Entfernung im Parallel (10 . 7½ =) 75 Meilen. Dieß iſt aber nicht die geographiſche oder kürzeſte, ich möchte ſagen „Reiſe“-Entfernung der beiden Orte von einander; letztere kann vielmehr nur durch den, die beiden Orte verbindenden Bogen eines größten Kreiſes der Erdkugel, welcher ſich, wie wir gleich näher ſehen werden, immer kürzer als jener Bogen des Parallels ergibt, gemeſſen werden; und ich bitte, dieſen ſonſt, ſo viel ich weiß, noch nirgend behörig erörterten Umſtand wohl in das Auge zu faſſen. In der That, der Halbmeſſer des Parallels iſt nicht der Halbmeſſer der Kugel (des größten Kreiſes); in einem ſolchen Kugelhalbmeſſer befindet man ſich aber auf der Erde immer, und beſchreibt alſo von einem Orte zum andern (als „Reiſe-Entfernung,“ wie ich oben ſage) nicht den beide Orte verbindenden Bogen des (vorausgeſetztermaßen) nämlichen Parallels,* ſondern des größten Kreiſes. Bei kleineren Entfernungen iſt der Unterſchied nicht bedeutend: wir haben z. B. eben geſehen, daß die lineare Entfernung zweier, im Parallel von 60° Breite oder 30° Polabſtand um 10° von einander abliegender Orte linear in dieſem Parallel 75 Meilen beträgt; will man die entſprechende Entfernung aber in dem, die beiden Orte verbindenden Bogen des größten Kreiſes haben, ſo hat man in einem ſphäriſchen Triangel, in welchem der Winkel am Pole demnach 10°, und jeder der beiden Schenkel (die obigen) 30° hält, die dritte Seite zu ſuchen, welche ich = 4° 59′ 43″, oder linear = 74,92, alſo von den vorigen 75 nur um 0,08 Meilen verſchieden (kürzer) finde. Für größere Entfernungen wird der Unterſchied jedoch bedeutend,* worüber man ein inſtructives Detail in Bode's erſt kurz vorher citirten „Anleitung zur Kenntniß der Erdkugel.“ S. 363 flgd. antrifft, auf welches ich indeß nicht weiter eingehe, da die ganze Unterſuchung doch nur als ſpeculativ erſcheint, und es mir lediglich um Darſtellung des ſonſt, wie geſagt, nicht behörig aufgeklärten Princips zu thun war.

Auf Landcharten (vergl. d. A.) findet man die Grade dieſer „Parallelkreiſe“ oft als Grade der Länge bezeichnet, welches auch in ſofern ganz zuläßig iſt, als ſich der Längen-Unterſchied zweier

* Letzteres wäre nur im Aequator ſelbſt, als größtem Parallel und „größtem Kreiſe“ zugleich, der Fall; — ich habe übrigens auf dieſen, wie geſagt, noch in keinem andern Werke behörig hervorgehobenen Umſtand ſchon im Art. Landcharte, S. 39 mit Verweiſung wegen des Weiteren hierher, beſonders aufmerkſam gemacht.

* Am größten wird dieſer Unterſchied, wie ich noch anführen will, da, wo der betreffende Bogen des größten Kreiſes perpendicular auf dem Parallel ſteht, welcher Fall für Nebenwohner (ſ. d. Artikel) eintritt. „Nebenwohner“ auf dem Parallel von 60° Breite z. B., liegen auseinander um (180 . 7½ =) . . . . 1350 Meilen; der ſie verbindende Bogen des größten Kreiſes (hier Meridians) aber faßt 60°, alſo (60 . 15 =) . . . . . 900 —,

ſo daß der Unterſchied, um welchen der Meridianbogen kürzer iſt . . 450 Meilen austrägt. — Man wird mir freilich einwenden, daß ich jene kürzeſte Entfernung nicht wie oben, „Reiſe-Entfernung“ nennen dürfe, da Niemand, wie hier doch gefordert wird, im Meridian über den Pol reiſen könne; ich bezeichne die Unterſuchung aber deßwegen auch im Texte als bloß „ſpeculativ.“

Orte, welcher (vergl. Länge, geographische, s. i.) zwar eigentlich durch den zwischen den Meridianen * der beiden Orte enthaltenen Bogen des Aequators selbst angegeben werden soll, doch eben sowohl mittelst des ähnlichen, zwar linear kleinern, aber gleich viel Grade enthaltenden Bogens des entsprechenden Parallels ausgedrückt findet.

Endlich ist noch zu bemerken, daß die, nur durch diese besonderen Namen ausgezeichneten Polarkreise und Wendekreise (vergl. beide Art.) nicht weniger „Parallelkreise," jene von der Breite der $66\frac{1}{2}^0$, diese der $23\frac{1}{2}^0$ sind, gleichwie ich den Aequator selbst oben als den „größten Parallelkreis" bezeichnet habe.

Parallelogramm der Kräfte, s. Zerlegung der Kräfte und Bewegungen, wo ich erst die ganze Fruchtbarkeit dieses Satzes, daß eine gegebene Kraft, welche man als Diagonale eines „Parallelogramms" (daher der Name) betrachtet, in zwei, die Seiten dieses nämlichen Parallelogramms bildende andere Kräfte zerlegbar ist — auch in der astronomischen Anwendung, besonders auf die Lehre von den Perturbationen (s. d. A.), behörig darthun kann.

Parallelstrahlen; Radii paralleli; *Rayons parallèles.* Lichtstrahlen, auch Gesichtslinien (Visionsradien), welche mit einander parallel laufen, oder wenigstens keine merkliche Divergenz zeigen.

In den optischen Wissenschaften, namentlich in der Lehre von den Fernröhren (s. d. Art. besonders gleich S. 438), ist zunächst oft die Rede von „Parallelstrahlen," welche aus Einerlei leuchtendem Puncte, z. B. einem Puncte der Sonne, kommen. Im strengsten Sinne kann es dergleichen freilich nicht geben, weil gerade Linien, wie sich uns die Lichtstrahlen darstellen, aus Einem und demselben Puncte entweder zusammenfallen oder divergiren müssen. Findet sich jedoch ihre Divergenz gering, ist der Winkel, unter dem sie vom leuchtenden Puncte ausgehen, wegen des Verhältnisses der Entfernung dieses Punctes zu dem Raume, auf welchen die Lichtstrahlen auffallen, hinreichend gering: so können sie als parallel angesehen werden. Wir wollen von der gewöhnlichen (vgl. die folgende Anmerkung), vielleicht noch zu engen Annahme ausgehen, daß ein Winkel von 1 Secunde allezeit ganz unmerklich sey (daß Lichtstrahlen, welche unter einem Winkel von 1″ von einem leuchtenden Puncte ausgehen, oder daß ferner [zwei verschiedene] Gesichtslinien nach einem Puncte, welche an demselben einen Winkel von nur 1″ einschließen, keine Divergenz wahrnehmen lassen, also als parallel zu betrachten sind), und demnach den Winkel S (Figur 7. der Tafel X.) = 1″ setzen, so hat man in dem (also anzusehenden und auch so gezeichneten) rechtwinkligen Triangel SAB, $r : \sin 1'' = SB : AB$, oder, den Radius auch in Secunden (206264; vergl. Kreis, S. 971.) ausdrückend *:

$$206264 : 1 = SB : AB,$$

welches also lehrt, daß, wenn die Entfernung SB eines leuchtenden Punctes den Raum AB, auf welchen die aus ihr kommenden Lichtstrahlen auffallen (aus welchem Gesichtslinien nach dem leuchtenden Puncte gehen), 206264 Mal übertrifft, diese Strahlen als „Parallelstrahlen" (diese Gesichtslinien als parallel) anzunehmen sind. Die Sonne ist z. B. 20000000 Meilen von uns entfernt; und da nahe $100 : 20000000 = 1 : 206264$, so folgt, daß die aus einem Puncte der Sonne auf eine Dimension von 100 Meilen auf der Erdfläche auffallenden Strahlen als „Parallelstrahlen" (daß Gesichtslinien

* Ich möchte hier gern „geographische Breitenkreise" sagen.

* Dieß heißt, um es auf diese Veranlassung in das Gedächtniß der Leser zurückzurufen: der Sinus eines kleinen Winkels, z. B. selbst noch von einem ganzen Grade ($\sin 1^0 = 0{,}0175$) verhält sich zum Radius (1), wie die Secundenzahl Eines Grades (3600) zum Radius in Secunden ausgedrückt (206264):

$$\frac{1}{0{,}0175} = \frac{206264}{3600} = 57$$ (ich lasse die mehreren Decimalen weg).

aus den Endpuncten einer 100 Meilen langen Standlinie auf der Erdfläche nach dem Mittelpuncte der Sonne als parallel*) anzusehen sind.

Man überzeugt sich hieraus, daß, wenn der Durchmesser (AB) der Oeffnung unseres Augensterns auch Einen vollen Zoll betrüge, doch die Entfernung (SA) eines leuchtenden Punctes vom Auge nur 206264 Zoll groß seyn dürfte, damit die von diesem Puncte (dann also unter einem Winkel von nur 1″ divergirend) ausgehenden Lichtstrahlen von uns als „Parallelstrahlen" empfunden würden; und man kann sonach beurtheilen, wie viel mehr dieß, unserer in Fernrohr (l. c.) aufgestellten Behauptung gemäß, mit der hundert Mal so viel Meilen entfernten Sonne der Fall seyn muß; — gleichwie (s. die vorausgehende Anmerkung) dadurch, umgekehrt, bestätiget wird, daß (vergl. Finsternisse, S. 479) alle, von der ganzen, der Sonne eben zugewendeten Erdhalbkugel nach ihrem Mittelpuncte gedachten Gesichtslinien ohne merklichen Fehler als parallel anzunehmen sind. — Mit der besondern Hervorhebung dieser beiden Umstände, als worauf es beim gegenwärtigen Vortrage eigentlich ankommt, beschließe ich den Artikel.

Paraselenen, s. Nebenmonde.

Parhelien, s. Nebensonnen.

Passage-Instrument, Durchgangs-Instrument, Mittagsfernrohr**; Instrumentum transitus, Tubus meridianus; *Instrument des passages.* Ein Fernrohr, welches beweglich in der Ebene des Meridians aufgestellt ist und solchergestalt dient, die „Durchgänge" (daher der Name) der Gestirne durch den Meridian, mithin die Zeit der Culmination (vergl. d. A. S. 210.) zu beobachten; mit andern Worten: Ein Mittags-Fernrohr heißt ein Fernrohr, welches sich um eine perpendicular auf der Mittagsfläche befestigte Axe so drehen läßt, daß es die ganze Mittagsfläche durchläuft, und also alle Gestirne im Augenblicke ihrer Culmination beobachten läßt. Die Bestimmung des Durchgangs-Augenblickes ist also eigentlich die alleinige Forderung an das „Passage-Instrument": die Höhe (Mittagshöhe, s. d. Art.), in welcher dieser Durchgang erfolgt, braucht es nicht gleichzeitig anzugeben; diese gleichzeitige doppelte genaueste Ermittlung soll vielmehr durch den Meridiankreis (vergl. auch diesen Art.) bewirkt werden; indeß versieht man das „Mittags-Fernrohr" doch wohl mit einem, wenigstens beiläufig getheilten (und, wie sich hiernach von selbst versteht, auch in der Mittagsfläche aufgestellten) ganzen Kreise, um das Fernrohr ungefähr in die Lage der erwarteten Durchgangshöhe des betreffenden Gestirns bringen zu können. In dieser Gestalt würde sich also das „Mittags-Fernrohr," bevorworteter-maßen, vom „Passagen-Instrumente," wie wir letzteres eben nur definirt haben, unterscheiden; der heutige astronomische Sprachgebrauch beachtet aber diesen Unterschied nicht weiter, und nennt das in angegebener Art drehbare und mit dem Kreise versehene Fernrohr eben sowohl ein „Passage-Instrument," als ein „Mittagsrohr" (Mittagsfernrohr), behandelt also beide Ausdrücke als gleichbedeutend.

Der Erfinder dieses in der Astronomie so wichtig gewordenen und nur erst neuerdings durch den noch vollkommneren „Meridiankreis" hier und da wieder ver-

* Oder vielmehr dort einen Winkel von nicht mehr als 1 Secunde einschließen, welches vortrefflich zu der, im betreffenden Artikel nachgewiesenen Größe der „Horizontal-Parallaxe" der Sonne paßt, die wir daselbst (Halbmesser der Erde = 860 Meilen = 8½ Mal der obigen Entfernung, auch nur 8½ Mal so groß, nämlich) = 8,5 Secunden gefunden haben. — Ich darf übrigens (vergl. oben), des Folgenden wegen, nochmals darauf aufmerksam machen, daß auch ein Winkel von mehreren Secunden in der Empfindung der Lichtstrahlen durch unser Auge als Parallelstrahlen keine merkliche Veränderung hervorbringt.

** Ueber den Unterschied, welchen eine strengere Terminologie gleichwohl noch zwischen „Passage-Instrument" und „Mittagsfernrohr" macht, vergl. man letzteren besondern Artikel, gleichwie hinten.

drängten Instrumentes ist, wie ich gleich mit bemerke, der uns vorläufig schon aus dem Art. Lichtgleichung, S. 48, bekannt gewordene, berühmte Dänische Astronom Olaus Römer,* welcher dasselbe zuerst auf der von ihm erbauten Sternwarte zu Kopenhagen in Anwendung brachte; — und ich lasse hier eine Beschreibung desselben nach der Einrichtung, wie man es noch jetzt gewöhnlich** auf den Sternwarten antrifft, folgen.

Eine horizontale Are AB (Figur 1. der Tafel XI.) von Metall liegt mit ihren beiden äußersten cylindrischen Enden A, B, um die sich diese Are drehen läßt, in soliden Pfeilern P, Q von Stein, und durch die Mitte M dieser Drehungsare geht das Fernrohr CD in einer auf die Are senkrechten Stellung. Wird daher die Rotationsare AB genau in den Horizont und in die Richtung von Ost nach West gebracht, so liegt das Fernrohr in der Richtung von Süd nach Nord, und geht, wenn es um die Are AB gedreht wird, in der Ebene des Meridians auf und nieder, so daß man also nur die Durchgänge der (hohen und niedern) Sterne durch dieses Fernrohr an einer Uhr beobachten darf, um sofort auch die Uhrzeiten des Durchgangs dieser Sterne durch den Meridian, d. h. um die Uhrzeiten ihrer Culminationen zu erhalten.

Man sieht schon aus dem ersten Anblicke des Instruments, daß es, wenn es anders mit einiger Vorsicht gebaut und aufgestellt ist, eine viel größere Stetigkeit und Sicherheit gewährt, als man von einem Quadranten je erwarten kann.

Um das Fernrohr auf die schon sonst bekannte mittägliche Höhe des Sterns, der eben durch den Meridian gehen soll, zu stellen, ist an dem einen Ende A der Drehungsare ein Halbkreis mon angebracht, der in einer auf diese Are senkrechten Lage an dem Pfeiler P befestiget ist. Concentrisch mit ihm ist ein Zeiger oder eine Alhidade Ao, dem Fernrohre CD parallel, an dem Ende A der Axe angebracht. Diese an ihrem Ende o mit einem feinen Striche versehene Alhidade Ao bewegt sich also sammt dem Fernrohre um die Are AB, und zeigt durch ihren Strich an dem Kreise mn die Höhe des zu beobachtenden Gestirns bloß in ganzen Minuten an, da dieß hinreicht, das Gestirn in das Feld des Fernrohrs zu bringen.

Die beiden Enden A und B der Are liegen jede auf einer doppelten, starken Metallplatte auf, die in der Zeichnung durch Vierecke angezeigt sind. Der eine Theil jeder Platte ist an dem Pfeiler fest, und der andere, der eigentlich die Axen-Enden A und B trägt, läßt sich durch Schrauben an dem ersten hin und wieder bewegen, und zwar der eine bei A senkrecht auf und ab, und der andere bei B horizontal vor- und rückwärts. Die letzte setzt uns demnach in den Stand, die Drehungsare genau in die Richtung von Ost nach West, d. h. das auf die Are senkrechte Fernrohr genau in die Ebene des Meridians zu bringen, und

* Römer, Olaus, geb. 1644 zu Aarhus, studierte zu Kopenhagen, ging, getrieben von angeborner Liebe zur Astronomie, 1671 nach Paris, wo Er mit dem älteren Cassini in enge Verbindung trat, wurde Mitglied der dortigen Akademie, und folgte 1681 dem Rufe als Königlicher Astronom nach Kopenhagen. Er wurde 1706 zum dänischen Staatsrathe erhoben, und starb 1710. — Römer war ein vortrefflicher Beobachter, Er entdeckte (vergl. d. oben citirten Art. Lichtgleichung) die successive Fortpflanzung des Lichtes, und bereicherte die praktische Astronomie namentlich durch das hier in Rede stehende „Passagen-Instrument." — Ausführlichere biograph. Notizen über ihn, in dem vom Englischen Astronomen Horrebow 1725 zu London herausgegebenen „Basis Astronomiae," welches Werk zugleich eine ausführliche Beschreibung von Römer's Sternwarte enthält.

** „Gewöhnlich;" — für die neue Kaiserlich Russische Sternwarte zu Pulkowa nämlich haben die berühmten Mechaniker, Gebrüder Repsold zu Hamburg, ein „Passage-Instrument" angefertiget, welches sich, wenn auch die leitende Idee natürlich die nämliche geblieben ist, doch in einigem Detail von der „gewöhnlichen" Einrichtung unterscheidet, und von welchem Schumacher's „Astronomische Nachrichten," Nr. 468 flgd. eine ausführliche Beschreibung mit Zeichnungen geben.

die erste dient dazu, das eine Ende A der Axe so lange zu erhöhen oder zu erniedrigen, bis diese Axe AB selbst genau horizontal ist, was man mit Hülfe einer Wasserwage erkennt, die man mit ihren Haken an die beiden cylindrischen Enden A und B der Axe aufstellt oder anhängt.

Um für nächtliche Beobachtungen das Innere des Fernrohrs zu beleuchten, dient eine an der äußern Seite des Pfeilers angebrachte Lampe p, die ihr Licht durch den in der Richtung pB durchbohrten Pfeiler und durch die ebenfalls hohle Drehungsaxe BM auf einen kleinen Spiegel wirft, der im Innern des Fernrohrs bei M unter einer gegen BM schiefen Stellung aufgestellt ist, so daß er das von der Lampe empfangene Licht gegen das Ocular C des Fernrohrs reflectirt.

Der nächste Zweck dieses schönen Instruments sodann ist, wie gesagt, die Angabe des genauesten Culminations-Momentes eines Gestirns, woraus durch Beziehung auf die Zeit, welche zwischen dieser und der Culmination eines Fixsterns von schon streng bekannter Rectascension (vgl. Fundamentalsterne) verstreicht, auch die verlangte Rectascension des betreffenden Gestirns selbst gefunden wird. Wir wissen, daß auf 15° Rectascension 1 Stunde Sternzeit kömmt; hätte also ein „Fundamentalstern" (wir wollen ihn voraufgehend annehmen), der Angabe des Passage-Instruments gemäß, culminirt, als die Sternuhr z. B. eben 1 Uhr zeigte, und träte die Culmination des Gestirns dagegen um 2 Uhr ein (erschiene das Gestirn [sein Mittelpunct] gerade um 2 Uhr in der optischen Axe des Fernrohrs unseres Passage-Instruments), so wäre seine Rectascension 15° größer (dasselbe folgte um so viel), als die (vorausgesetztermaßen, bekannte) Rectascension des „Fundamentalsterns" (und wäre also damit auch bekannt).

Gleichergestalt läßt sich, wie man nun gleich einsieht, durch das „Passage-Instrument" der Gang der Uhr prüfen; denn wenn dieselbe, nach Maßgabe der Rectascension eines „Fundamentalsterns," im Augenblicke seiner Culmination z. B. gerade 1 Uhr zeigen soll, und dagegen, indem diese Culmination nach dem Instrumente eintritt, vielmehr schon $1^h\ 0'\ 4''$ angibt, so geht sie um 4″ vor und kann danach regulirt werden.

In ein weiteres Detail über diesen Gegenstand und über complicirtere Anwendungen des Instruments habe ich hier nicht einzugehen; Leser, welche sich durch meine Darstellung nicht befriediget finden, muß ich schließlich nochmals auf die vorn citirte Beschreibung des vortrefflichen Pulkowaer „Passage-Instruments" verweisen.

Passatwinde; (einen lateinischen Ausdruck kenne ich nicht; der gewöhnlich dafür angewendete „Venti anniversarii" bezieht sich eigentlicher auf die mit dem Namen Mussons* bezeichneten Winde, derentwegen ich vorn hierher verwiesen habe, und auf welche ich gleich komme; der Engländer braucht, wie ich noch bemerken will, den Ausdruck *„Trade-Winds"* zuweilen uneingeschränkt von den Passatwinden und Mussons, zuweilen nur von den ersteren, denen er dann seine *„Monsoons"* entgegensetzt); *Vents alisés.* Auf dem Weltmeere wehet zwischen den Wendekreisen und noch einige Grad darüber hinaus ein beständiger Ostwind, welcher den Seefahrern so bekannt ist, daß sie, um z. B. von Europa nach Amerika zu kommen, also um die stete Richtung Osten — Westen zu erlangen, erst in seine Region hinaufschiffen und dann, sich ihm überlassend, den Atlantischen Ocean in gerader Linie durchschneiden; dieser Wind führt den obigen Namen des „Passatwindes;"**

* Ich mache bei dieser Veranlassung darauf aufmerksam, daß die Ausdrücke: „Passatwinde" und „Mussons" in vielen Lehrbüchern, und namentlich auch von Gehler (in seinem oft citirten „Physikalischen Wörterbuch") verwechselt werden. Die Art, wie ich oben die „Passatwinde" den „Mussons" entgegensetze, ist aber (vergl. Kämtz [des Halle'schen Naturforschers] „Meteorologie." Halle. 1831. 2 B. gr. 8. I. 167.) die richtige; und man muß sich also von dem sonst so exakten Gehler dießmal nicht irre machen lassen.

** Rücksichtlich der Etymologie finde ich, mit Bezug auf den angeführten Umstand, in meinen Collectaneen ohne weitere

und ich muß, da seine Entstehung, wie wir gleich näher sehen werden, astronomischer Natur ist, hier davon handeln.

Die Ursache dieses, also der äquatorealen Zone eigenthümlichen, beständigen Ost- („Passat"-) Windes ist nämlich nach der schönen Erklärung, welche der uns vielfach bekannt gewordene Englische Astronom Halley, Zeitgenoß und Freund Newtons („An historical account of the trade winds" in Philos. Transact. No. 183.), davon gibt, in der vereinigten Wirkung der Wärme der diese Zone nie verlassenden Sonne, und der in der Richtung von Westen gegen Osten vor sich gehenden Arendrehung der Erde zu suchen. Die stärkere Erwärmung der Luft zwischen den Wendekreisen veranlaßt ein beständiges Zuströmen kälterer Luft aus den Polargegenden, also von Puncten, welche bei der rotatorischen Bewegung der Erdkugel eine mindere Schwung-Geschwindigkeit angenommen haben, als die äquatoreale Zone besitzt. Bei der Ankunft in der letzteren bringt die herzuströmende Luftcolonne die ihr beiwohnende mindere Geschwindigkeit mit sich, dergestalt, daß das mit der rotirenden Erdkugel gegen Osten fortgeführte Schiff sich gleichsam an diese weniger geschwinde Luft (vergl. d. Anmerk.) stößt, oder, weil die erstere Bewegung vom Schiffer nicht verspürt wird, einen von Osten her wehenden Wind erfährt.* Diese, als besonders auf die Arendrehung der Erde bezügliche, also allerdings astronomische Erklärung, wiewohl sie freilich etwas gekünstelt scheint, ist jedoch, seit Halley (vergl. oben), noch von allen Naturforschern, ja, wie man aus der Anmerkung sieht, selbst der neuesten Zeit admittirt worden, und ich habe hinsichtlich der Passatwinde nichts Befriedigenderes zu citiren.

Unter Mussons* (Venti anniversarii; *Moussons*), zu welchen ich, bevorwortetermaßen, nun übergehe, versteht man dagegen, und im Gegensatze der also stets in der angegebenen nämlichen Richtung wehenden Passatwinden, solche Winde, welche zwar auch regelmäßig, aber nur eine gewisse ganze Zeit des Jahres hindurch nach einer bestimmten Richtung, in der entgegengesetzten Jahreszeit aber vielmehr nach der entgegengesetzten Richtung wehen, und welche, statt wie die Passatwinde dem Oceane, nur verschiedenen Gegenden des Indischen Meeres eigen sind. Zwischen Madagascar und den Afrikanischen Küsten z. B. wehet vom October bis zum Mai ein steter Südostwind, im übrigen Theile des Jahres dagegen ein eben so steter Westwind; im Bengalischen Meerbusen herrscht vom April bis zum October der Südwest-, die andern Monate hindurch der Nordostwind u. s. w. — So bestimmt, wie vom „Passat," läßt sich eine allgemeine Ursache dieser launenhafteren „Mussons" nicht angeben; da sie aber nach den Jahreszeiten abwechseln, so sieht man doch wenigstens im Allgemeinen ein, daß die Verschiedenheit des Sonnenstandes die Hauptveranlassung abgibt. Zu weiteren

Quellen-Angabe bemerkt, „daß der „Passat"wind wahrscheinlich so heiße, weil man erst die Ankunft in seine Region bewirken müsse, um mit seiner Hülfe sodann den Ocean in der angegebenen Art „passiren" zu können."

* Sehr schön, nach Halley's (vergl. oben) Vorgange, bei Biot (dem bekannten Französischen Naturforscher): „Précis de Physique." Paris. 1817. 2 B. gr. 8. II. 572. „Les vents alisés sont une conséquence mécanique de la constante présence du Soleil dans les régions équatoriales. Cet astre échauffant les couches d'air de la Zone torride, les dilate; et par compensation les couches d'air froid des poles doivent affluer vers l'équateur. Mais en venant de là, celles-ci n'apportent qu'une vitesse extrêmement petite de rotation et qui est celle du parallèle qu'elles abandonnent; — et par conséquent lorsqu'un vaisseau, tournant avec la terre de l'ouest à l'est, les rencontre, elles doivent le (wie ich oben, mit Verweisung hierher, sage) *choquer* en *sens contraire*, c. à d. de *l'est à l'ouest* avec tout ce qui leur manque de vitesse."

* Das Wort kommt (Kämtz, l. c.) vom Malayischen „Mussin," welches Jahreszeit bedeutet.

Unterſuchungen darüber habe ich aber hier auch keine Veranlaſſung, da dieſelben vielmehr in die ſpecielle (phyſiſche) Geographie und irdiſche Meteorologie gehören. Leſer, welche den Gegenſtand verfolgen wollen, verweiſe ich beſonders auf die oben angeführte „Meteorologie“ von Kämtz, und auf den vom Heidelberger Naturforſcher Muncke für die viel citirte neue Ausgabe von Gehler's „Phyſikal. Wörterb.“ beſorgten, ſehr ausführlichen und gründlichen Artikel Wind. Dieſer letztere Artikel wird mich übrigens, da die „Winde“ nicht auf den Planeten Erde eingeſchränkt, ſondern (vergl. namentlich Jupiter, Mars) gleich ſehr auch auf den andern Planeten herrſchend ſind, unter dieſem allgemeineren aſtronomiſchen Geſichtspuncte ſelbſt nochmals auf den Gegenſtand zurückführen.

Pendel, Pendul; Pendulum, Funependulum; *Pendule*. Wenn ein ſchwerer Körper M (Tafel XI. Fig. 2.) vermittelſt eines Fadens oder einer geradlinigen Stange CM von dem unbeweglichen Puncte C herabhängt, ſo wird er natürlich ruhig hangen, ſo lange der Faden in der verticalen Lage CA bleibt. Bringt man den Körper aber z. B. in die Lage CM, ſo zieht ihn die Schwere (Schwere der Erdkörper, als die — vgl. unten — dabei thätige Kraft) nach MF (parallel CA), indeß ihn der Faden (die Widerſtandskraft deſſelben) in der Richtung CM zurückhält. Da beide Kräfte hier einander nicht gerade entgegengeſetzt ſind, ſo erfolgt Bewegung, und zwar, weil M an ſeinem Faden ſich nicht anders als im Kreiſe um C bewegen kann, im Bogen MA. Der Körper langt alſo in A mit einer Geſchwindigkeit an, die ihn weiter durch den Bogen AN fortführt, bis er ſich in N wieder in einer gleichen Höhe mit M, d. h. in der horizontalen Sehne MN findet. Hier iſt die Geſchwindigkeit, die ihm der Fall* durch MA mitgetheilt hatte, vermittelſt der Gegenwirkung der Schwere wieder vernichtet; der Körper muß von N nach A zurückfallen, und daſelbſt aus eben den Gründen neuerdings bis M aufſteigen u. ſ. w.; auch wird er dieſe Bewegung von M nach N und umgekehrt unaufhörlich fortſetzen, ſo lange nicht fremdartige Einflüſſe (Widerſtand der Luft, Reibung u. ſ. w., wie ich anticipirend gleich hervorhebe) hindernd darauf einwirken. Dieſe Bewegung heißt die Schwungbewegung (Motus oscillatorius; *Mouvement oscillatoire*); ein Hingang durch MAN und ein Rückgang durch NAM zuſammen* ein Schwung (Oscillatio; *Oscillation*); der feſte Punct C der Aufhängungspunct (Punctum s. Centrum suspensionis; *Centre de suspension*); und der Faden (die Stange) CM mit dem Körper M ſelbſt ein Pendel. — Wegen der außerordentlichen Wichtigkeit des „Pendels,“ ſowohl bei manchen theoretiſchen Unterſuchungen der Aſtronomie, welche wir ſpäter vornehmen werden, als bei der praktiſchen Anwendung zur Conſtruction der aſtronomiſchen Uhren (vergl. den beſondern Art. und hinten) muß ich die Lehre vom „Pendel“ mit aller derjenigen Ausführlichkeit abhandeln, welche die Grenzen meines Werkes irgend zulaſſen.

Man bemerke alſo zuerſt noch, daß, wenn der Faden (die Stange) CM als eine Linie ohne alle Schwere, das ganze Gewicht des Körpers M** aber als in ſeinem Mittelpuncte (Schwerpuncte) concentrirt angenommen werden darf, CM ein*** einfaches oder mathemati-

* Vergl. d. Art. Fall der Körper. Auf eine beſondere Demonſtration der hier poſtulirten Sätze laſſe ich mich auch weiter nicht ein; ſie erhellen bei Bezug auf dieſen Artikel am beſten durch bloßes Nachdenken.

* Ich bemerke, um einer Irrung vorzubeugen, ebenfalls anticipirend, daß nachher beim Secunden-Pendel (in der Praxis, wogegen hier nur noch von der Theorie die Rede iſt) ein bloßer Hingang oder bloßer Rückgang, wie ihn die Pendeluhr hören läßt, ein „Schwung“ (oder „halber Schwung“) genannt wird (vergl. unten).

** Oder aber (vergl. das gleich Folgende) nicht bloß des Körpers, ſondern, wofern der Stange ebenfalls Schwere beigelegt wird, auch das Gewicht dieſer Stange.

*** Sprachliche Bemerk. „Pendel“ iſt ſächlich: das Pendel. Man findet zwar

ſches Pendel (Pendulum simplex; *Pendule simple*) heißt; da dieſe Annahme in aller Strenge jedoch weder vom Faden (der Stange) CM, noch vom Körper M gilt, ſo zeigt uns die Wirklichkeit nur das zuſammengeſetzte oder phyſiſche Pendel. In jedem ſolchen „zuſammengeſetzten Pendel“ (in ſeinem Faden oder ſeiner Stange) gibt es indeß einen Punct, in welchem (vergl. die voraufgehende Anmerk.) die ganze Maſſe vereiniget nach eben den Geſetzen ſchwingen würde, nach welchen auch das zuſammengeſetzte Pendel ſelbſt wirklich ſchwingt,* daher alſo (ſ. die verdeutlichende Anmerk.) jedes zuſammengeſetzte Pendel als ein einfaches betrachtet werden kann, deſſen Länge vom Aufhängungspuncte bis zum gedachten Puncte (dem „Mittelpuncte des Schwunges“) reicht, wodurch ſich (wie die Vergleichung dieſes letzteren Art. am augenfälligſten zeigt und auch hinten noch näher erörtert werden wird) die ganze Pendeltheorie auf die Betrachtung einfacher Pendel zurückgeführt findet.

Ich werde das für unſere Abſicht Nöthige hiervon mit der bevorworteten Ausführlichkeit nunmehr in der Ordnung beibringen, daß ich zuerſt die Geſetze der Schwungbewegung oder des einfachen Pendels nebſt einer kurzen hiſtoriſchen Notiz von ihrer Erfindung und nächſten Ausbildung vortrage, ſodann zweitens, die Anwendung auf das Zeitmaß und auf die Beſtimmung der Schwere erläutere, daran ferner drittens einige Bemerkungen über die Hinderniſſe der Gleichförmigkeit der Schwungbewegung (über roſtförmige Pendel und Compenſation überhaupt) anreihe, und meinen Vortrag endlich viertens mit Nachrichten über einige neuere* Erweiterungen der Lehre von den Pendeln, ſo weit ſich dieſelben nicht paßlicher im früheren Vortrage gleich ſelbſt mit anbringen laſſen, beſchließe.

1) Geſetze der Pendel.

Die Bewegung der Pendel folgt den Geſetzen des Falles auf vorgeſchriebenen Wegen;** denn es iſt, wie ſchon das bloße Nachdenken ergibt, völlig einerlei, ob der Körper M in einem ausgehöhlten Canale (welchen man bei Entwicklung jener Geſetze als Beiſpiel anzuwenden pflegt) MAN durch die Feſtigkeit der Wände, oder ob derſelbe im Kreisbogen MAN durch die Feſtigkeit des Fadens CM erhalten wird.

Aus jenen Geſetzen folgt aber, daß die Geſchwindigkeit des auf vorgeſchriebenem Wege fallenden Körpers an jeder Wegeſtelle derjenigen Geſchwindigkeit gleich iſt, welche der lothrechten Höhe ſeines Falles zugehört. Daher wird auch

(ſelbſt in unſerem Werke) zuweilen auch: der Pendel, aber ſchon das Lateiniſche Neutrum „pendulum“ ſtreitet dagegen — Im Franzöſiſchen heißt *le* pendule bekanntlich das Pendel, *la* pendule die Pendeluhr.

* Dieß heißt (vergl. Mittelpunct des Schwunges): Auf der Stange eines jeden wirklichen (phyſiſchen) Pendels (welches l. c. S. 136. immer länger als das zugehörige eingebildete [mathematiſche] ausfällt) gibt es einen Punct, in welchem man ſich nur das Gewicht des Körpers M (wir wollen denſelben, wieder anticipirend, gleich mit dem allen meinen Leſern aus ihrer Bekanntſchaft der Pendeluhren geläufigen Namen der „Linſe“ belegen) und der Stange CM vereiniget denken darf, um die, von C an gerechnete Länge des „mathematiſchen“ (eben die Vereinigung des ganzen Gewichts in Einem Puncte poſtulirenden) Pendels zu haben, welches wie das obige „phyſiſche“ ſchwingt.

* Ich habe nämlich angemeſſen gefunden, dieſe Materie zuerſt in derjenigen, von mir für vortrefflich erachteten, älteren Weiſe vorzutragen, in welcher ſie namentlich mein verewigter Lehrer Gehler zu behandeln pflegte; die „neueren Erweiterungen“ der Doctrin vom Pendel werden ſich nachher mit beſtändigem Bezuge auf eine ſo wohl gebauete Grundlage um ſo inſtructiver darſtellen laſſen.

* Ich habe im gedachten Art. sub initio die Gründe des Ausſchluſſes dieſer Betrachtung des „Falles auf vorgeſchriebenen Wegen,“ als nicht eigentlich aſtronomiſch, angegeben; und muß die Leſer alſo dieſerwegen wiederholentlich auf Ihre phyſikaliſchen Studien verweiſen.

beim Pendel, wo der Fall des Körpers also in dem vorgeschriebenen Kreisbogen MAN Statt hat, die Geschwindigkeit von M an jeder Stelle diejenige seyn, welche der, von der Sehne MN angerechneten lothrechten Höhe dieser Stelle entspricht; in A z. B. (wie diese specielle Beziehung den Satz am augenfälligsten erläutert) hat der Körper M so viel Geschwindigkeit, als ihm der freie Fall durch GA geben könnte; in N ist seine Geschwindigkeit = 0, d. h. hier hört er auf, weiter fortzugehen u. s. w.

Ich muß ferner als bekannt voraussetzen, daß die Zeit, binnen welcher der Körper M, solchergestalt fallend, den als sehr klein angenommenen Bogen MA* eines Kreises vom Durchmesser a durchläuft, $= \frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{a}{g}}$** Secunden ist (vergl. Kreis, S. 970), wo π das Ludolph'sche Verhältniß (3,141) des Kreisumfanges zum Durchmesser (1), g aber (vgl. Fall, S. 415) die Galilei'sche Zahl (den der ersten Secunde zugehörigen Fallraum von 15 Fuß) bedeutet; und daß sich diese Zeit zur Zeit t des freien Falles durch den lothrechten Durchmesser a verhält, wie $\frac{1}{4}\pi : 1$ (oder fast wie $\frac{3{,}141}{4} : 1 = 785 : 1000$), so daß man also (vergl. unten) hat

$$\frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{a}{g}} : t = \frac{1}{4}\pi : 1$$

(= 785 : 1000, nummerische Werthe, welche ich, da sie in andern astronomischen Werken ohne weitere Erläuterung vorkommen, zur schnelleren Einsicht, mit dieser Erläuterung hier gleich beifüge).

Man nenne nun des Pendels CA (unserer Figur 2. der Tafel XI.) Länge b, so gehört der Bogen MA einem Kreise von diesem Halbmesser b, also vom Durchmesser 2b. Schwingt dieses Pendel demnach in den (vorausgesetzten) kleinen Bögen, so wird sich die Dauer des Falles durch einen solchen kleinen Bogen (MA, wie ich ihn oben, mit Verweisung hierher, hervorgehoben habe) zur Dauer des freien Falles durch 2b (doppelte Pendellänge), dem Vorstehenden gemäß, verhalten $= \frac{1}{4}\pi : 1$; oder, da ein ganzer Schwung, bevorwortetermaßen, aus den vier gleichen Gängen durch MA = AN = NA = AM besteht, so ist

Zeit durch 4 MA (d. h. durch MAN hin und NAM zurück) : Zeit durch $2b = \pi : 1$,

welche Proportion lehrt, daß sich die Dauer $\left(4 \cdot \frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{a}{g}} = \pi\sqrt{\frac{a}{g}}\right)$ eines kleinen ganzen Schwunges zur Dauer des freien Falles durch die doppelte Länge des Pendels (2b) wie $\pi : 1$, oder wie der Umkreis zum Durchmesser verhält.

Ich muß aber, obwohl die Einschränkung schon im Vortrage selbst stets gemacht worden ist, doch erst nochmals besonders bevorworten, daß hierbei nur „kleine" (die Theorie spricht sogar eigentlich nur von unendlich kleinen) Kreisbögen vorausgesetzt werden; die Rechnung lehrt jedoch, daß die Anwendung selbst auf Bögen von 1 bis 2 Graden keinen merklichen Fehler gibt, daher man den obigen schönen Satz sogar noch für solche Bögen gelten lassen kann.

Sollen sich dagegen alle Schwünge, wie klein oder groß der Bogen MA auch immer seyn möge, doch stets von völlig gleicher Dauer finden, d. h. tautochronisch (oder isochronisch, vergl. d. A.) seyn, so müßte M nicht im Kreisbogen, sondern vielmehr im Bogen der tautochronischen Linie, d. i. der Cykloide*

* Wohl zu merken, nur MA, nicht MAN; — wir werden gleich die Anwendung sehen.

** In diesem Ausdrucke kommt, welches befremden könnte, der bestimmte Bogen nicht weiter vor, aber offenbar nur deßhalb nicht, weil überhaupt von jedwedem sehr kleinen Bogen die Rede ist. Auf „Secunden" aber bezieht er sich, weil, wie gesagt, g den freien Fall in der ersten „Secunde" bedeutet.

* „Tautochronische" Linien (Linien von Einerlei Zeiten des Falles) heißen in der höheren Mechanik diejenigen Curven, in welchen ein Körper, von ei-

schwingen (fallen), eine Betrachtung, welche ich hier nicht ausschließen darf, weil ich unten darauf zurückzukommen genöthigt bin. Wenn diese Curve durch den an einer geraden Linie hinrollenden Kreis vom Durchmesser $^1/_4$ a (oder $^1/_2$ b) beschrieben wird, so fällt ein schwerer Körper durch jeden ihrer Bögen, also z. B. durch ein cykloidalisch angenommenes MA, welche Größe dieser cykloidalische Bogen auch haben möge, in derselben, nämlich in der Zeit $^1/_2 \pi \sqrt{\frac{^1/_4 a}{g}} = {}^1/_4 \pi \sqrt{\frac{a}{g}}$, die, wie man sieht, der oben für den kleinen „Kreis“bogen (den Viertelschwung) MA gefundenen Zeit gleich ist. Man hat also (vergl. wieder oben) auch in der Cykloide

Zeit durch MA (wie groß dieß MA aber auch sey) : Zeit (t) des Falles durch a = $^1/_4 \pi$: 1,

oder $^1/_4 \pi \sqrt{\frac{a}{g}} : t = {}^1/_4 \pi : 1$, woraus

$$\pi \sqrt{\frac{a}{g}} : t = \pi : 1$$

kommt, d. h. auch die ganzen* Schwünge in der Cykloide,** wie groß der beschriebene cykloidalische Bogen immer seyn möge, dauern dennoch nur so lange, als kleine (ganze) Kreisschwünge eines Pendels, dessen Länge b der doppelte Durchmesser des Kreises wäre, welcher durch sein Rollen die Cykloide beschreibt.

Wir haben also sowohl für den Kreis, als auch für die Cykloide die Dauer (t) eines ganzen (und zwar eines wie des andern***) Schwunges $= \pi \sqrt{\frac{a}{g}}$, oder, da a = 2b (= der doppelten Pendellänge) $= \pi \sqrt{\frac{2b}{g}}$ (und zwar, aus den oben angeführten Gründen, in Secunden) gefunden, jedoch mit dem Unterschiede, daß dieser Ausdruck hinsichtlich des Kreises nur für kleine, hinsichtlich der Cykloide aber uneingeschränkt für kleinere und größere Bögen (Pendelschwingungen) gilt; und dieß ist der Punct, auf den ich unten eben zurückkomme. — Zunächst knüpfe ich aber an jenen Satz erst noch folgende wichtige

ner gegebenen Kraft getrieben, stets gleichviel Zeit gebraucht, um zu einer gegebenen Stelle (der Curve) zu gelangen, an welchem Puncte (der Curve) die Bewegung auch anfangen möge. Für Kräfte, die immer gleich stark und nach parallelen Richtungen wirken, wie z. B. die (bei der Pendelbewegung thätige) Schwere der Erdkörper, ist die „Cykloide“ eine solche Curve: der fallende Körper erreicht ihren tiefsten Punct in gleich langer Zeit, er mag nun durch einen größeren oder kleineren cykloidalischen Bogen fallen (einen längeren oder kürzeren, cykloidalisch geformten Canal durchlaufen). — Mehr als dieß und die oben vorkommenden Sätze gehört aus der gelehrten Theorie dieser merkwürdigen Curve nicht hierher; die Art der Erzeugung derselben durch einen, an einer geraden Linie hinrollenden Kreis (wie z. B. der Nagel eines Wagenrades eine „Cykloide“ in der Luft beschreibt), worauf ich im Texte eben komme, muß ich bei den Lesern als bekannt voraussetzen.

* $^1/_4 \pi \sqrt{\frac{a}{g}}$ drückte die Zeit des Schwunges durch MA (den Viertelschwung) aus; also gibt 4 . $^1/_4 \pi \sqrt{\frac{a}{g}} = \pi \sqrt{\frac{a}{g}}$ die Zeit durch 4 MA, oder durch 2 MAN, d. h. durch MAN hin und NAM zurück, wie wir den „ganzen Schwung“ im Sinne der Theorie oben definirt haben.

** Für Leser, welche sich von cykloidalischen Schwüngen keinen Begriff machen könnten, anticipire ich aus dem Folgenden, daß dieselben entstehen würden, wenn sich der Pendelfaden von einem cykloidalisch geformten Bleche abwickelte.

*** Ich bitte dieß, hier darum wiederholentlich hervorgehobene „eines wie das andern“ wohl in das Auge zu fassen: der „Isochronismus“ der Pendelschwingungen ist, wie wir unten noch näher sehen werden, die Seele aller praktischen Pendel-Anwendung.

allgemeine Betrachtungen, welche die Corollarien unserer Entwicklung abgeben.

Im obigen Ausdrucke kommt nämlich, wie man sieht, außer den Constanten π und g (der Ludolph'schen und Galilei'schen Zahl) nur die Länge des Pendels, durchaus aber nichts vor, was von der Masse, von dem (mehreren oder minderen) Gewichte* des Körpers M (der Linse, wie wir oben anticipirend gesagt haben) abhinge; und es ist also hierbei von diesem mehreren oder minderen Gewichte durchaus nicht die Rede: Pendel von gleicher Länge vollbringen ihre Schwingungen in gleichen Zeiten, wenn auch die Gewichte (der Stangen oder der daran hangenden M) ungleich sind.** Die physische Ursache hiervon ist, wie beim freien Falle der Körper (vergl. d. Art. S. 414), daß jeder Theil der Masse für sich schwingt, daher hundert oder tausend Theile den Weg nicht anders als ein einziger vollenden.

Aendert sich die Länge des Pendels b, als die einzige veränderliche Größe im Ausdrucke, so verhalten sich die Zeiten der Schwünge offenbar wie $\sqrt{b}$, wie die Quadratwurzeln aus den Längen, mithin die Längen der Pendel wie die Quadratzahlen der Schwingungs-Zeiten: ein Pendel von vier Fuß Länge braucht doch nur 2 Mal so viel Zeit zum Schwunge (schwingt nur halb so schnell), als ein Pendel von Einem Fuße, denn $4 : 1 = 1 : (1/2)^2$ (wobei natürlich ähnliche* Bögen, d. h. von gleich viel Graden [gleiche „Elongationswinkel," wie man sagt], oder auch überhaupt nur sehr kleine, und daher als ähnlich anzunehmende Bögen vorausgesetzt werden).

Da endlich in Einerlei Zeitraume begreiflich desto mehr Schwünge geschehen, je kürzer die Dauer eines jeden derselben ist, so verhalten sich (unter übrigens gleichen Umständen) die Län-

* Oder auch der physischen Beschaffenheit des schwingenden Körpers, eine Bedingung, auf welche ich unten zurückkomme; ob das ganze Pendel oder auch nur der Körper M von Holz, von Metall, von Stein u. s. w. sey, ist, wie ich hernach zeigen werde, gleichgültig; nur die Länge des Pendels kommt in Betracht.

** Ich sehe hier eine Einwendung auf den Lippen meiner Leser schweben, welcher ich gleich begegnen muß. Die Theorie sieht nämlich bei diesem Satze vom Widerstande der Luft, von der Reibung u. s. w. ab; in der Praxis dagegen (s. unten) ist das Gewicht und die Form der Linse allerdings nicht ohne allen Einfluß auf die Ueberwindung dieser Hindernisse. — Ferner könnte Sie befremden, daß gleich Eingangs ein Faden oder eine Stange ohne alles Gewicht postulirt, und hier gleichwohl ein gänzlicher Nichteinfluß des mehreren oder minderen Gewichts auf den Vorgang nachgewiesen wird. Allein das dort in Rede stehende mathematische Pendel schließt zwar ein solches Gewicht des Fadens oder der Stange, aber nicht des Körpers M aus, ohne welches derselbe ja auch überhaupt keine Fallbewegung haben könnte, und verlangt, ganz abstehend von des Gewichtes bestimmter Größe, nur die Concentration in einem einzigen Puncte. In ganz ähnlicher Art schwingt aber beim Bezug auf jenes mathematische, nicht weniger das physische Pendel so, als wenn das ganze Gewicht von Stange und Linse in dem Einen Schwingungs-Puncte vereiniget wäre; — und die bestimmte Größe dieses Gewichtes kommt also, woferu, wie ich im Texte sage, nur „die Pendellänge unverändert bleibt," bei diesem physischen so wenig, wie bei dem obigen mathematischen Pendel in Betracht. — Ich schmeichle mir, daß das wahre Sachverhältniß durch diese Entwicklung am besten erhellen wird.

* Diese Ausdehnung auch auf bloß „ähnliche" Kreisbögen, obwohl ich bisher doch nur von „sehr kleinen" gesprochen habe, könnte die Leser überraschen; allein eine tiefere analytische Erörterung des Gegenstandes, welche ich nach dem Plane meines Werkes ablehnen mußte, zeigt deren Zulässigkeit bei der vergleichenden Beziehung.

gen der Pendel umgekehrt wie die Quadrate der Anzahlen der in gleicher Zeit gemachten Schwünge; und diese Anzahlen der in gleichen Zeiten ausgeführten Schwingungen stehen im umgekehrten Verhältnisse der Quadratwurzeln aus den Pendellängen; macht ein gewisses Pendel in eben der Zeit z. B. 70 Schwünge, in welcher ein anderes 60 vollendet, so verhalten sich die Längen dieser Pendel wie 36 : 49; denn es ist $36 : 49 = 60^2 : 70^2$, gleichwie ferner $60 : 70 = \sqrt{36} : \sqrt{49}$.

Dieß sind die Gesetze der Pendel,* wie ich von dieser Theorie nach Voraufsendung der betreffenden historischen Notizen sodann, bevorwortetermaßen, gleich die praktische Anwendung zeigen werde.

Unter jenem historischen Gesichtspuncte ist aber zu bemerken, daß wir die ersten Anlagen zu der so wichtigen Lehre vom Pendel und die Entdeckung der vier eben angeführten Gesetze dem großen Galilei** schuldig sind, welcher sie zugleich mit der Lehre vom freien Falle der Körper („Discorsi et dimonstrazione matematiche intorno a due nuove scienze." Leiden. 1638. 4.) in der ersten Hälfte des 17ten Jahrhunderts bekannt machte. Schon in seiner frühesten Jugend hatte Er den (vergl. vorn) Tautochronismus (Isochronismus°) der Pendelschwingungen mit Bewunderung wahrgenommen und dabei beobachtet, daß (s. oben) Pendel von ungleicher Länge in Einerlei Zeit Schwünge vollbrachten, deren Anzahlen sich umgekehrt wie die Quadratwurzeln aus jenen Längen, also die „Längen" umgekehrt wie die Quadrate der Schwingungsanzahlen verhielten, welche Beobachtung für ihn das Mittel abgegeben hatte, die Höhen der Kirchengewölbe zu messen, indem er die Schwünge der von selbigen herabhangenden Lampen (welche — s. wieder oben — sehr kleine Bögen beschreiben, und welche Er überhaupt als einfache Pendel betrachten konnte) zählte und mit den Schwingungsanzahlen eines Pendels von bekannter Länge verglich.°° Er verband nachher diese Er-

* Ich habe schließlich nur noch hinzuzufügen, daß, wie schon oben, mit Verweisung wegen des Näheren hierher, bevorwortet worden, die physische Natur des Körpers, aus welchem das Pendel verfertiget ist, auf die Schwingung keinerlei Einfluß ausübt. Der verewigte Königsberger Astronom Bessel („Versuche über die Kraft, mit welcher die Erde Körper von verschiedener Beschaffenheit anzieht." Berlin. 1832. 4.) hat zur Pendellinse (zum schwingenden Körper M) selbst Meteormasse (in der Voraussetzung, daß sie kosmischen Ursprunges sey) angewendet, ohne eine Verschiedenheit zu bemerken. — Weitläuftiger bin ich aber nicht über die Sache, da mir gleich von selbst einzuleuchten schien, daß der Erfolg kein andrer seyn könne.

** Nähere biographische Notizen über ihn in Fernrohr („Galilei'sches"), S. 435.

° Beide Ausdrücke werden, mit Bezug auf die Elongation, gewöhnlich gleichbedeutend gebraucht, und ich bin diesem Gebrauche gefolgt; indeß mache ich darauf aufmerksam, daß sich „tautochronisch" zuweilen auch ausschließend in der besondern Beziehung auf „Ereignisse" angewendet findet, welche für alle Orte (der Erde) in demselben physischen (absoluten) Momente eintreten. In diesem Sinne wäre z. B. die Verfinsterung eines Jupiters-Trabanten „tautochronisch."

°° Galilei konnte z. B. durch Versuche wissen, daß eine kleine, an einem feinen Faden herabhängende Kugel, welche Einrichtung nahe auch ein mathematisches (ein einfaches) Pendel abgibt, etwann (vergl. unten) 3 (Pariser) Fuß Länge haben muß, um 60 halbe Schwünge (30 Hin- und 30 Rückgänge) in 1 Minute zu machen. Er zählte also die Anzahl (n) der (halben) Schwünge der Kirchenlampe ebenfalls während 1 Minute, und hatte dann die Höhe (h) des Kirchengewölbes in Fußen durch die Proportion:

$$h : 3 \text{ Fuß} = 60^2 : n^2,$$

also $h = \frac{3 \cdot 3600}{n^2}$, wo sich h, wenn n etwann = 10 war, = 108 Fuß fand. Diesen oder einen ähnlichen, zur sinnlichsten Ueberzeugung von der ganzen Pendeltheorie dienenden, so leicht anzu-

fahrungssätze mit seiner Theorie vom Falle der Körper, und bewies danach, daß, wie gesagt, Nichts auf das Gewicht der Pendel ankomme, eine Behauptung, welche er durch Versuche bestätigte, bei denen sich ergab, daß Pendel nicht anders schwingen, wenn man sie mit mehr oder weniger Gewicht beschwerte, und wodurch die Scholastischen Trugschlüsse vom Einflusse des Gewichts auf die Fallbewegung vollständig widerlegt wurden.

Nachdem das Pendel solchergestalt durch Galilei in die Wissenschaft eingeführt worden war, so ward sodann Huygens (der uns bereits bekannte, 1695 zu Haag verstorbene Holländische Astronom) derjenige, welcher diese wichtige Lehre zuerst bedeutend förderte, indem Er von 1656 an die Anwendung des Pendels auf Uhrwerke, wovon ich eben sofort handeln werde, zum Hauptgegenstande derjenigen Untersuchungen machte, deren Resultate wir in seinem schönen Werke „Horologium oscillatorium." Paris. 1673. Fol. besitzen.

Newton endlich (denn die historischen Notizen über die weiteren Ausbildungen der Wissenschaft vom Pendel muß ich, nachdem hier nur die Geschichte der Erfindung der Fundamentalsätze vorgetragen ist, den folgenden Abschnitten vorbehalten) handelt (Principia. L. 1. Sect. X. prop. 46. S. 361 flgd. unserer Cöln-Genfer Ausgabe) in der größten Allgemeinheit vom Pendel. Sein Gesichtspunct ist aber nur der von uns erst weiter unten wieder einzunehmende theoretische; und es bleibt also zunächst Huygens, welcher uns nunmehr zur

2) praktischen Anwendung des Pendels auf das Zeitmaß (auf Uhren; Secundenpendel)

leitet, womit ich sodann, bevorworteter-maßen, unter Beihülfe jener Theorie, die Bestimmungen der Schwere durch das Pendel verbinden werde. — Die erste Idee einer solchen praktischen Anwendung der Pendel findet sich zwar, wie wir gesehen haben, auch schon beim Galilei, indem seine erzählten Versuche darauf hindeuteten; den glücklichen Einfall, das Pendel mit dem Uhrwerke selbst zu verbinden, hat aber allerdings zuerst Huygens gehabt. Bei den früheren, vor dieser Verbindung angestellten Versuchen mit dem Pendel mußte man die Bewegung desselben oftmals erneuern (ihn wieder „anstoßen"), weil der Widerstand der Luft lähmend auf seine Schwünge einwirkt; auch fehlte es an einem bequemen Hilfsmittel zur Zählung dieser Pendelschwingungen. Beiden Inconvenienzen half die angedeutete Huygens'sche Verbindung des Pendels mit dem Uhrwerke ab: der Trieb des letzteren erneuet die Pendelbewegung immer in dem Maße (vergl. jedoch unten) wieder, als sie durch den Luftwiderstand beeinträchtiget wird; zugleich „hört" man aber (wie ich oben mit Verweisung hierher anticipirend gesagt habe) bei der Pendeluhr die Schwünge, oder kann sie, da z. B. für das Secundenpendel genau 60 derselben auf die Minute kommen, an der Uhr selbst abnehmen. Huygens Pendel ist eine, mit einem Gewichte (einer „Linse") versehene Stange, deren oberes Ende an eine Spindel mit zwei stählernen Lappen oder Blättchen befestiget ist.* Durch die Schwünge der Stange werden diese Lappen wechselsweise hin und her gewendet, und fallen

stellenden Versuch, welchem ich nicht ohne Absicht die bestimmte Form gebe, mögen meine Leser nach der vorstehenden Anleitung ja selbst ausführen.

* Die Leser sehen diese, unter dem Namen des „Englischen Hakens" bekannte Einrichtung noch an den kleinen, auf Ihrem Tische stehenden Nippes-Uhren, wo die „Lappen" des Hakens in die Zähne eines Stirnrades eingreifen. Bei den größeren neuen Pendeluhren ist sie jetzt meistens durch den von den Uhrmachern sogenannten „Stiftengang," die Verbindung des Pendels mit einem Kammrade vermittelst einer Anker-ähnlichen Hemmung, verdrängt. — Unter dem theoretischen Gesichtspuncte bloßer Erzielung gleichmäßigen Uhrganges wäre dieß, abgesehen von den (vergl. d. folg. Anmerk.) praktischen Vortheilen des „Stiftengangs", indifferent; ich hebe es aber hervor, um einem Zweifel der Leser bei Vergleichung Ihrer (neueren großen) Pendeluhren mit der oben beschriebenen Huygens'schen Einrichtung zu begegnen. Siehe übrigens auch unten.

dabei zwiſchen die Zähne des letzten Uhr- (des „Steig“-, eines „Stirn“-) Rades dergeſtalt ein, daß ſie bei jedem Schwunge nicht mehr als einen einzigen Zahn des Rades fortgehen laſſen, daher dieſes Rad und damit das ganze Uhrwerk eben ſo gleichförmig gehen muß, als das Pendel ſchwingt. Anderſeits ſchlagen aber nicht weniger dieſe Radzähne, welche die Federkraft der Uhr forttreibt, gegen die Lappen der Spindel an, und theilen dem Pendel dadurch eben ſo viel neue Bewegung mit, als daſſelbe bei jedem Schwunge durch den Widerſtand der Luft verliert.* — Huygens veröffentlichte dieſe wichtige Erfindung, wie geſagt, 1656, und die Einrichtung iſt ſeitdem unter dem Namen der „Pendeluhr“ überall eingeführt, und freilich mit mancherlei, ſchon in der Anmerkung angedeuteten, im beſondern Art. Uhren noch näher nachzuweiſenden Verbeſſerungen beſonders für die Aſtronomie von einer, meinen Leſern hinreichend bekannten, ganz außerordentlichen Wichtigkeit geworden. Der große Geometer trieb aber ſeine Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand noch viel weiter. Da es nämlich, angedeutetermaßen, kaum möglich iſt, den Widerſtand der Luft, das Reiben der Spindel u. ſ. w. mit dem Impulſe der Triebkraft der Uhr auf das Pendel nach der bezeichneten Art in eine ſo ganz genaue Ausgleichung zu bringen, daß die Schwünge nicht zuweilen in größeren oder kleineren Bögen erfolgen ſollten, ſo fürchtete Er, daß der uniforme Gang der Uhr darunter leiden könne. Seine Kenntniß von den Eigenſchaften der, eben dieſerhalb vorn ſo ſehr hervorgehobenen „Cykloide“ belehrten ihn aber, daß, wie auch wir uns überzeugt haben, ein in dieſer Curve fallender Körper ſelbſt ungleiche Bögen dennoch in gleichen Zeiten zurücklege, und daß ſich alſo der Iſochronismus der Schwünge, worauf es ankam, geſichert finde, wenn das Gewicht (die „Linſe“) des Pendels cykloidaliſche Bogen beſchreibt, welches (vergl. oben) bei Abwicklung des Pendelfadens von alſo geformten Blechen der Fall werden werde. Er ſchlug alſo vor, den Faden des Pendels mit ſeinem Gewichte zwiſchen zwei cykloidaliſchen Blechen herabhangen zu laſſen, damit ſich derſelbe beim Schwunge an dieſelbe anlege und im Herabfallen davon abwickle, welchergeſtalt der Weg des Gewichtes die Evolute einer Cykloide, d. i. einen Theil eben derſelben Cykloide, nach welcher die Bleche geformt worden, abgeben müſſe.

Dieſe ſcharfſinnige Anwendung der höheren Geometrie iſt dennoch für die Praxis unbrauchbar geblieben; die Schwierigkeit, den Blechen eine genau cykloidaliſche Form zu geben, und die Steife der Fäden ſind Hinderniſſe der Vortheile, welche der Erfinder von der Einrichtung erwartete. Auch hat die Erfahrung gelehrt, daß ſie entbehrlich wird, wenn man die Pendel ſo kleine Schwingungen machen läßt, wie jetzt gewöhnlich iſt, und die „Reibung“ außerdem durch Aufhängung der Pendel auf Meſſerſchneide (von welcher die Leſer bei genauer Betrachtung Ihrer, nach jetziger Art eingerichteten größeren Pendeluhren den deutlichſten Begriff bekommen) faſt ganz beſeitiget.*

Der Gang (der langſamere oder ſchnellere) einer ſolchen „Pendeluhr“ richtet ſich natürlich nach der Dauer der Schwünge, und alſo nach der Länge der Pendelſtange. Zwar iſt dieſe Stange ein zuſammengeſetztes (ein phyſiſches) Pendel, welches nicht ganz genau ſo wie ein einfaches (ein mathematiſches) ſchwingt, auf deſſen Länge ſich doch unſere obige Formel unmittelbar nur bezieht; Huygens gab aber in

* Wenn eine ſolche Ausgleichung (vergl. das im Texte gleich Folgende) vollkommen zu bewirken wäre, ſo würde die Pendeluhr, abgeſehen von andern Einflüſſen, ein Werkzeug ſeyn, welches Nichts zu wünſchen übrig ließe; dieſe Ausgleichung wird, weßhalb ich eben in der vorigen Anmerkung hierher verwieſen habe, indeß durch den „Stiftengang“ wenigſtens beſſer, als durch den gleichfalls erklärten „Engliſchen Haken“ erreicht.

* Ich komme daher auch im bevorworteten dritten Abſchnitte vom ungleichen Gange der Pendel, wohin die Betrachtung, auf welche ich hier nun ſchon durch den Gang des Vortrages geführt worden bin, eigentlicher gehört, nicht weiter auf den Gegenſtand zurück.

seinem vorn citirten vortrefflichen Werke des „Horologium oscillatorium“ zugleich Methoden an, den Mittelpunct des Schwunges (vergl. nochmals den schon citirten Art.) auch für zusammengesetzte Pendel zu ermitteln (aus der gegebenen [aus der nach der obigen Formel in gleich zu zeigender Weise gefundenen] Länge eines mathematischen Pendels, welches z. B. Secunden schwingt, die Länge des zugehörigen physischen Secundenpendels, und, umgekehrt, aus der beobachteten letzteren die Länge jenes ersteren rechnend abzuleiten). Ist, um mit diesem letzteren Falle anzuheben, das Pendel z. B. eine dünne prismatische Stange von der Länge l, so steht der Mittelpunct ihres Schwunges vom Aufhängungspuncte um $^2/_3$ l ab. Trägt diese Stange aber außerdem, wie gewöhnlich, nicht weit von ihrem Ende noch eine kleine „Linse“* vom Gewichte p, und deren Puncte sich alle gleich weit vom Aufhängungspuncte annehmen lassen, und ist das (nunmehr in Bezug auf jenes in Betracht kommende) Gewicht der Stange = q, so wird das Moment der Trägheit des Ganzen $= (^1/_3\,q + p)\,l^2$, das statische Moment $= (^1/_2\,q + p)\,l$ (Sätze, deren Kenntniß ich bei den Lesern aus Ihren Studien der Mechanik voraussetzen muß), und mithin der Abstand des Mittelpunctes der Schwingung vom Aufhängungspuncte, oder die Länge des gleichgeltenden einfachen Pendels $b = \frac{^1/_3\,q + p}{^1/_2\,q + p}\,l$. Also läßt sich ein zusammengesetztes (ein physisches) Pendel von dieser Länge (l), diesem Linsengewichte (p) und diesem Stangengewichte (q) als ein einfaches (ein mathematisches) von der Länge b betrachten.**

Exempel. Es sey die Länge l der Stange = 588 Linien, ihr Gewicht q = 18 Loth, der Linse Gewicht p = 3 Loth, so wird $b = \frac{6+3}{9+3} \cdot 588 = 441$ Linien; dieses zusammengesetzte (physische, wirkliche) Pendel schwingt wie das (eingebildete, formelgemäße) einfache Pendel von 441 Linien Länge, d. h. da, wie wir gleich näher sehen werden, dieß die Länge des „mathematischen“ Secundenpendels ist, es schwingt Secunden;*** — und wir haben also in

* Ich habe diesen Ausdruck mit Verweisung hierher vorn anticipirt, und bemerke daher jetzt, daß man die Linsenform für das Pendelgewicht (M) deßwegen wählt, weil diese Form (welcher man, vergl. oben, jedoch zuweilen auch die einer Kugel substituirt) augenscheinlich die paßlichste ist, um den Widerstand der Luft bei den Schwüngen des physischen Pendels zu überwinden.

** Demnach ist die Länge des physischen, z. B. Secundenpendels, etwas bloß Relatives; wenn man die Gewichte von Linse und Stange anders wählt, so kann ein solches Pendel, bei also ganz anderer Länge, doch Secunden schwingen, wogegen die Länge des mathematischen Pendels (für den — vergl. unten — nämlichen Ort der Erde), eben weil dabei von jenen Gewichten abgesehen wird, unveränderlich bleibt. — Ein Blick auf die Formel zeigt jedoch, daß wenn q (namentlich in Bezug auf p) unbedeutend, und $^1/_3$ q also sehr nahe $= ^1/_2$ q ist, der Coefficient $\frac{^1/_3\,q + p}{^1/_2\,q + p}$ von l = 1, und l also unmittelbar = b wird. Daher finden die Leser (vergl. Compensation, S. 196) auch die Länge der Stange Ihres physischen „Secunden-“ (Uhr-) Pendels, wenn diese Stange, wie gewöhnlich, gegen die Linse von geringem Gewichte ist, vom Aufhängungspuncte bis zum Mittelpuncte der Linse fast der Länge des mathematischen Secundenpendels (welche wir oben alsbald zu 3 Fuß 0 Zoll 8 bis 9 Linien ermitteln) gleich.

*** Wäre dieß nicht alsbald genau der Fall, so läge der Grund darin, daß $\frac{^1/_3\,q + p}{^1/_2\,q + p}\,l$ nicht eben 441 Linien austrüge, und man hätte also dann von den drei veränderlichen Größen q, p, l, eine oder die andere, z. B. am leichtesten l, zu ändern, bis dieses physische Pendel nun ein exactes Secundenpendel würde. Darum macht man, wie die

diesem Falle die Länge des „mathematischen Secundenpendels“ mittelbar aus der Länge eines physischen abgeleitet.

Um dieselbe aber im andern Falle und in der versprochenen Weise vielmehr unmittelbar zu finden, dergestalt, daß daraus durch Umkehrung der Formel* die Länge des entsprechenden physischen Pendels hervorgehe, muß man auf die obige Gleichung

Dauer eines ganzen Schwunges (Eines Hin- und Eines Rückganges) $= \pi\sqrt{\frac{2b}{g}}$

zurückkommen, welche für das mathematische Secundenpendel (wo also nur von Einem Hin- oder Einem Rückgange die Rede ist) die Gestalt 2 Secunden* $= \pi\sqrt{\frac{2b}{g}}$ erhält, und woraus $b = \frac{2g}{\pi^2}$ folgt.** Dieß heißt also: wenn du nach Maßgabe der so gefundenen Länge (441 Linien) des mathematischen Secundenpendels ein physisches construiren willst, welches auch Secunden schwingen soll, so magst du dessen Länge, wie oben, = 588 Linien, das Gewicht seiner Stange = 18 Loth, und seiner Linse = 3 Loth nehmen.

Aus jener Gleichung $b = \frac{2g}{\pi^2}$ folgt aber ferner auch noch

$$g : b = {}^1/_2\,\pi^2 : 1,$$

welche Proportion lehrt, daß sich der Raum g (vergl. oben: Galilei'sche Zahl), durch den schwere Körper in der ersten Secunde fallen, zur Länge des Secundenpendels b verhält, wie das halbe Quadrat des Umkreises zu 1 (also, wenn man den Durchmesser = 1 nimmt, wie ${}^1/_2\,[3{,}141]^2 : 1$), d. i. = 4,9348 : 1 oder = 1 : 0,2026. Dieß oben substituirt gibt:

Leser an Ihren Pendülen sehen, die Linse auf der Stange verschiebbar, wodurch also b (der die Länge des gleichgeltenden mathematischen Pendels messende Abstand des Mittelpunctes des Schwunges vom Aufhängungspuncte auf dem in Rede stehenden physischen Pendel) berichtiget werden kann. Man möchte zwar einwenden wollen, daß dabei die Länge (l) der Stange selbst, wovon wir doch die Schwingungsdauer abhängig gemacht haben, nicht zugleich verändert werde; allein dieselbe findet sich auch jetzt vielmehr durch den Abstand des Mittelpunctes der Linse von jenem Aufhängungspuncte (welchen Abstand man daher, statt jener unmittelbaren Länge der Stange selbst, auch meistens „Pendellänge“ nennt) vertreten; — und der Theil (das Stückchen) von ihr, welcher durch ein z. B. Aufwärtsschrauben der letzteren frei wird, kommt hierbei nicht weiter in Betracht, eine Bevorwortung, die von peinlichen Lesern um so mehr wohl beachtet werden mag, als diesem Zweifel, so viel ich weiß, noch in keinem andern Werke begegnet worden ist.

* „Umkehrung der Formel“? Die Länge des mathematischen Pendels (b = 441 Linien) kam im obigen Falle aus der Länge des physischen Pendels (l = 588 Linien) durch Multiplication dieser 588 mit $\frac{6+3}{9+3}$, und gleichergestalt müssen also die voranstehenden 441 Linien „umgekehrt“ mit $\frac{9+3}{6+3}$ multiplicirt werden, um jene 588 Linien (die Länge des physischen Pendels aus dem mathematischen) zu geben.

* Die Gründe, aus welchen die Einheit der Zeit hier die Secunde ist, finden sich schon vorn angegeben: g bezeichnet den Fallraum der ersten Secunde.

** Es ist mir um die Ueberzeugung meiner Leser zu thun. Wir werden die Länge des mathematischen Secundenpendels, auf einem andern Wege, oben sogleich zu etwas über 3 Fuß ermitteln; 2 g ist aber beiläufig = 30, π = 3,14, also $\pi^2 = 9{,}8596$, und $\frac{30}{9{,}8596}$ in der That etwas über 3. — Die Nachweisung einer solchen Uebereinstimmung verschafft aber der Formel in den Augen vieler Leser erst ihre ganze Bedeutung (ihren vollen, wissenschaftlichen Werth).

Fall in der ersten Secunde (g) : Länge des (mathematischen) Secundenpendels (b) = 4,9348 : 1 = 1 : 0,2026,

demgemäß man den Fall in der ersten Secunde mit 0,2026 zu multipliciren hat, um daraus die Länge des Secundenpendels zu erhalten, wogegen letztere, mit 4,9348 multiplicirt, jenen Fallraum gibt.

Huygens (Horolog. P. IV. prop. 25.) bestimmt aus Versuchen, wie ich die Möglichkeit und Art solcher Versuche oben angedeutet habe, die Länge des (mathematischen) Secundenpendels zu (den oben anticipirten) 440½ Pariser Linien,* oder 3 Fuß 0 Zoll 8½ Linien (also Pariser Maß) = 3,05902 Fuß; — und diese Länge, mit den obigen 4,9348 multiplicirt, gibt also den Fallraum der Körper in der ersten Secunde = 15,0956 Pariser Fuß.**

Die solchergestalt gefundene Länge des (mathematischen, und also die daraus abzuleitende Länge eines jeden gleichgeltenden physischen, d. h. wirklich darstellbaren, was das mathematische nicht ist) Secundenpendels schlug Huygens sodann zum allgemeinen Fußmaße*** vor (ich komme unten hierauf zurück, auch ist die Idee schon im Art. Maß, S. 81, angeregt); denn da die Secunde der mittleren Sonnenzeit ein (vergl. Gleichung der Zeit) stets und überall gleiches, durch jede richtig gehende Uhr bezeichnetes (und durch den Sonnenstand selbst leicht zu controllirendes) Zeit-Intervall abgibt, so brauchte

* Das Pariser Maß verhält sich zum Rheinländischen = 144 : 139,13; die obigen 440,5 Linien = 3 Fuß 0 Zoll 8½ Linien Pariser Maß thun daher 455,89 Linien = 3 Fuß 2 Zoll Rheinländisch, worin auch besonders oft gefragt wird. — Ich bemerke nur noch, daß Bessel's (l. c.) neueste und schärfste Bestimmungen die Länge des mathematischen Secundenpendels für Königsberg in Pr. = 440,81 Pariser Linien geben.

** Wir haben (vgl. Fall der Körper, S. 417.) durch directe Versuche „ziemlich" (etwas über) 15 Fuß gefunden, welche Uebereinstimmung des Versuchs-Resultates mit der Theorie (auf die l. c. auch verwiesen ist) für viele Leser den besten Beweis der Zuverlässigkeit der letzteren abgeben wird.

*** Denn man wußte, um dieß durch ein Beispiel recht anschaulich zu machen, nachdem die Länge des mathematischen Secundenpendels zu (nehmen wir Behufs leichterer Uebersicht gleich wieder volle) 441 Linien bestimmt war, aus der vorn geführten Rechnung, daß ein wirkliches (ein physisches) Secundenpendel von dem angegebenen Stangen- und Linsengewichte genau 588 Linien halten mußte. Construirte man also ein solches Pendel und theilte man seine Länge in 588 Theile, so war man gewiß, in jedem Theile die exacte Größe von 1 Linie zu haben, und man hätte dieß auch überall ausführen (an allen Orten der Erde ein solches also, wie ich oben sage, „allgemeines Linien- und daher Fußmaß" aus der Pendelbeobachtung angeben, und, wenn es verloren gegangen wäre, daraus wieder herstellen) können, wenn nicht die Länge des Secundenpendels, wie ich nun oben gleich näher zeigen werde, was Huygens aber noch nicht wußte, auf den verschiedenen Puncten der Erdoberfläche nach Maßgabe der Verschiedenheit ihrer geographischen Breite zugleich etwas verschieden wäre. — Auch erinnere ich, um wenigstens die Möglichkeit noch eines andern Verfahrens anzudeuten, an den schon oben angeführten und unten wieder zu erwähnenden Umstand, daß nämlich eine kleine, an einem zarten Faden aufgehängte Metallkugel, bei welcher Einrichtung der Mittelpunct des Schwunges überaus nahe mit dem Mittelpunct der Kugel zusammenfallt, solchergestalt unmittelbar ein mathematisches Pendel abgibt, also, wenn es die Länge des Secundenpendels (440,5 Linien) hält, gleich dem letzteren, Secunden schwingt, und demnach, wofern es Secunden schwingt, umgekehrt als ein Normalmaß von 440,5 Linien Länge betrachtet werden darf. — Ich sage nicht, daß es Huygens wirklich so gemacht hat, sondern daß Er es so hätte machen können; denn mir liegt nur daran, meine Leser von der Ausführbarkeit der Sache auf das innigste zu überzeugen.

man nur durch Versuche ein, solche Secunden schwingendes, physisches Pendel zu construiren, und daraus nach Maßgabe der vorn beigebrachten Formel die Länge des mathematischen Secundenpendels abzuleiten, welche sich also, vorausgesetzt, daß die Wirkung der Schwere, wovon, wie wir im Allgemeinen schon oben gesehen haben und gleich noch näher sehen werden, die Länge des Pendels abhängt, überall auf der Erde dieselbe sey, auch überall gleich groß hätte finden müssen. Allein es ward, angedeutetermaßen, und wie ich nun eben zeigen werde, vielmehr bald nachher entdeckt, daß dieß nicht der Fall ist, und daß das Secundenpendel daher nicht „an allen Orten der Erde" gleiche Länge haben kann, daher dasselbe zwar ein natürliches, aber nicht das verlangte allgemeine Längenmaß abgibt.

Die „Schwere" nämlich, zu deren „Bestimmung durch das Pendel" ich, bevorwortetermaßen, also jetzt komme, läßt sich, wofern man sie als beschleunigende Kraft betrachtet, nicht anders, als nach ihren Wirkungen messen. Ihre Größe wird demnach durch die Geschwindigkeit, die sie in einer bestimmten Zeit erzeugt, oder durch den Raum, durch den sie die Körper in dieser Zeit treibt, angegeben; würde dieser Raum für die nämliche Zeit doppelt, dreifach u. s. w. gefunden, so würde man sie auch doppelt, dreifach u. s. w. nennen, und jene ihre Größe verhält sich also namentlich wie der ihr zugehörige Fallraum, z. B. in 1 (in der ersten) Secunde, d. h. wie der Werth von g (Galilei'sche Zahl), welchen Ausdruck wir in allen unsern betreffenden Formeln dafür angewendet haben (vgl. die Art. Fall und Schwere).

Da nun, nachgewiesenermaßen, allgemein $g : b$ (Länge des mathematischen Secundenpendels) $= \frac{\pi^2}{2} : 1$, so findet, worauf ich hier zurückkommen wollte, zwischen der Größe des Fallraumes und der Länge des Secundenpendels auch überall Einerlei Verhältniß Statt; und wenn man also an zwei Orten der Erde die Längen der (mathematischen) Secundenpendel verschieden ermittelt, so sind daselbst auch die Fallräume in der ersten Secunde, und mithin die respectiven Größen der Schwere verschieden; und es verhalten sich alsdann diese respectiven Schweren wie die Fallräume und wie die entsprechenden Längen des Secundenpendels.

Schon Newton hatte (vergl. d. Art. Abplattung, S. 24, ohne daß Huygens, wie gesagt, gleich Kenntniß davon gehabt zu haben scheint) diese Verschiedenheit der Pendellängen an verschiedenen Orten der Oberfläche der Erdkugel vermuthet; „denn," so raisonnirte dieser tiefsinnige Denker („Principia." III. prop. 20.), und ich dränge seine Schlußfolge aus jenem Art. zur prompten Uebersicht hier nochmals in wenige Worte zusammen, „denn da die Erdkugel eine rotatorische Bewegung hat, so muß der daher entstehende, die reine Wirkung der Schwerkraft beeinträchtigende Schwung unter dem Aequator, als größtem, am meisten schwingenden Kreise, auch am größten seyn, und man muß bei der Annäherung dahin also eine Abnahme der Schwere, d. h. der sie messenden Pendellänge bemerken." Um dieß zu verificiren, sandte die Französische Akademie eins ihrer Mitglieder, Richer,* im Jahre 1671 nach der, unsern des Aequators (unter 5° nördlicher Breite) gelegenen Insel Cayenne;**

* Biographische Notizen über diesen oft genannten Mann finde ich weiter nicht, als daß er 1696 zu Paris verstorben ist.

** Nach der eigentlichen nächsten Veranlassung dieses Auftrages ist öfter gefragt worden; ich finde sie bei Picard (vgl. Erde, S. 355): „Mésure de la terre." 4. Artikel, wo dieser Astronom, vielleicht veranlaßt durch eine Mittheilung Newton's, von einer „Conjecture" spricht, „que, supposé le mouvement de la terre, les poids devroient descendre avec moins de force sous l'equateur que sous les pôles, et que delà il en résulteroit une différence sur la longueur des pendules." „Diese Vermuthung," wird l. c. hinzugesetzt, „sey in einer Sitzung der Akademie vorgetragen worden;" — und sie wird also, wie

und Richer überzeugte sich auch wirklich, daß er daselbst das Pendel seiner von Paris mitgebrachten Pendeluhr 1¼ Linie verkürzen müsse, wenn es so schnell als am letzteren Orte schwingen sollte. 1¼ Linie sind aber von der ganzen Länge des mathematischen Secundenpendels (welche Richer zu — vergl. oben — 440 Pariser Linien annahm) der (3/5 . 440 =) 352ste Theil, um welchen hiernach die Schwere (die Pendellänge) in Cayenne geringer als zu Paris war; das nämliche Pendel, welches am letzteren Orte 440 Linien Länge hatte, mußte, Behufs nämlicher Wirkung, zu Cayenne nur * noch (440 — 1¼ =) 438¾ Linien lang seyn, und man hat 438¾ : 440 = 351 : 352. Also zeigt sich denn ein Mittel, die Schwere (ihr Verhältniß) an verschiedenen Orten der Erde zu bestimmen; da aber die unmittelbare Messung der Länge des Pendels, wie oben gefordert wird, ungemein viel Genauigkeit erheischt, so ist es bequemer, wie Richer, eine nämliche Pendeluhr von einem Orte zum andern mit sich zu führen, und lieber die Zahl der an diesen verschiedenen Orten in gleicher Zeit Statt-habenden Schwünge des unveränderten Pendels der Uhr zu vergleichen.

Nennt man diese Zeit τ, die Anzahl der halben ** Schwünge in ihr $= n$, so ist die Dauer eines solchen halben (von der Uhr durch ihr „Tick-Tack" hörbar gemachten) Schwunges $= \frac{\tau}{n}$, und man hat aus unsern obigen Formeln die Dauer desselben $\frac{\tau}{n} = \frac{1}{2}\pi\sqrt{\frac{2b}{g}}$, also $n^2 = \frac{2g\tau^2}{\pi^2 b}$; und wenn dasselbe Pendel an einem andern Orte, wo der Fallraum (die Wirkung der Schwere) z. B. nur g' ist, in eben der Zeit auch nur n' halbe Schwünge macht, so ist $n'^2 = \frac{2g'\tau^2}{\pi^2 b}$, woraus $g : g' = n^2 : n'^2$ kommt, und welches lehrt, daß sich die Größen der Schwere an beiden Orten auch wie die Quadrate der Schwingungs-Anzahlen verhalten.

Auch unter dieser Gestalt bestätigten aber Richer's Beobachtungen zu Cayenne Newton's Vermuthung; seine Secunden-Pendeluhr, die in Paris, für welchen „Punct der Erdoberfläche" sie construirt war, täglich (in 24 Stunden mittlerer Sonnenzeit) also 24 . 60 . 60 = 86400 Secunden geschlagen hatte, ging in Cayenne täglich um 2 Minuten = 120 Secunden zu langsam, sie schlug nur (86400 — 120) 86280 Mal. In diesem Falle ist also $n = 86400$, $n' = 86280$, und demnach g (die Schwere zu Paris) : g' (Schwere zu Cayenne) $= 8640^2 : 8628^2$, welches (sehr * nahe) mit dem obigen Verhältnisse der Pendellängen $= 352 : 351$ übereinstimmt.

Diese Versuche sind seit Richer's Zeiten unendlich oft wiederholt worden, und man findet in den Werken, welche ich zu Schlusse des gegenwärtigen Artikels namhaft machen werde, ausführliche Verzeichnisse darüber, deren Beibringung ich hier indeß unterlasse, da es mir nur um die

gesagt, wohl Richer's Sendung wenigstens mit veranlaßt haben.

* Ich erinnere aus dem Voraufgehenden daran, daß unter übrigens gleichen Umständen ein kürzeres Pendel in der nämlichen Zeit mehr Schwingungen macht, als ein längeres, und daß diese Schwingungen eine Wirkung der Schwere sind. Wenn die Schwere also zu Cayenne weniger Wirkung als zu Paris hatte, jene Umstände also übrigens nicht gleich waren, so mußte ein Pendel, welches bei einer gewissen Länge am letzteren Orte Secunden schwung, am ersteren verkürzt werden, um daselbst auch Secunden zu schwingen.

** Die Leser sind darauf vorbereitet, daß in der Praxis nur von einem Hin- oder einem Rückschwunge, als „halbem Schwunge," die Rede ist.

* Die Leser könnten fragen, warum nur „sehr nahe" und nicht ganz genau? Man brauchte sich bei der Messung der Pendellängen (vergl. das gleich Folgende) oder bei der Zählung der Pendelschwünge nur im geringsten geirrt zu haben, so fiel die strengste Genauigkeit des obigen Resultates hinweg.

Aufklärung des Princips zu thun ist. Es geht aber daraus, wie ich wenigstens im Allgemeinen auch gleich noch zeigen werde, hervor, daß die Länge des mathematischen Secundenpendels, welche nach späteren, genaueren Messungen unter dem Aequator selbst 439 * Linien beträgt, in der Polnähe = 441 Linien ist; und dieß führt mich vorher noch auf eine andere, hiervon abhängige, interessante Bemerkung, auf welche ich schon im Art. Jupiter, S. 828, hingedeutet habe.

Ein Körper nämlich, der unter dem Aequator 439 Pfund wiegt, würde, in jene Polnähe gebracht, hier so stark drücken, als 441 Pfund dort. Aber die Wage kann diesen Unterschied nicht zeigen, denn man wiegt auf ihr mit nämlichen Pfunden, und von denen also auch 439 beim Pole dieselbe Gegenwirkung als unter dem Aequator ausüben. Das Pendel dagegen zeigt diese Schwere-Zunahme beim Pole allerdings, — aber nicht weil sein Gewicht, sondern vielmehr nur, weil die Sollicitation des Pendelkörpers (der Linse, M) zum Fallen alldort größer ist, indem, angeführtermaßen, unter dem Pole die reine Wirkung der Schwerkraft keine Beeinträchtigung durch den Schwung, gleichwie unter dem Aequator, erfährt.

Nach Newton („Principia." L. III. prop. 20. S. 103. des dritten Bandes der von uns benützten Cöln-Genfer Ausgabe), um nun weiter zu gehen, muß sich auf unserm Erdkörper, dessen (vergl. wieder Abplattung, S. 24.) sphäroidische Gestalt vorausgesetzt, jener Anwachs der Schwere vom Aequator (wo sie also am schwächsten wirkt) an, nach den Polen (wo sie ihr Maximum erreicht) zu, wie das Quadrat des Sinus der geographischen Breite verhalten; und wir wollen daraus die Länge des Pendels, womit die Schwere im oben nachgewiesenen Verhältnisse steht, unter den Polen selbst, * unter denen unsere unmittelbaren Messungen natürlich nicht mehr ausführbar sind, mittelbar durch eine Schlußfolge suchen.

Da die Schwere nämlich im geraden Verhältnisse der Pendellänge steht (das Pendel um so länger seyn darf, je stärker die Schwere wirkt), so verhalten sich also, Newton's angeführtem Satze gemäß, auch die Zunahmen der Pendellängen wie die Quadrate der Sinus der geographischen Breite, und man kann demgemäß folgende Vergleichung machen:

		Logarithmen:
Beobachtete Pendellänge zu Paris . . .	= 440,57 Linien,	
— — zu Quito (unter d. Aequat.)	= 439,10 „	
Zunahme vom Aequator bis Paris	1,47 . .	0,1673173,
Quadrat des Sinus der Breite des Pols, 90° (= Radius) = ...		20,0000000, †
		20,1673173.
Quadrat des Sinus der Pariser Breite, 48° 50′ = . .		19,7533570,
Zunahme vom Aequator bis Pol = . . .	2,594 . .	0,4139603.

* Dieß scheint nicht in Uebereinstimmung mit Richer's obigen Angaben zu seyn, welcher die Pendellänge schon zu Cayenne, noch 5° vom Aequator, nur noch $438^3/_9$ Linien beobachtet hatte, demgemäß sie unter dem Aequator selbst abermals geringer hätte seyn sollen. Allein ich habe darum auch bereits in der vorigen Anmerkung angedeutet, daß Richer's Messung der größeren Genauigkeit der im Texte erwähnten späteren Messungen und der gleich genauen Reduction des physischen auf das mathematische Pendel nicht fähig war, wie Er denn z. B. die Länge des Pariser Pendels, statt nachgewiesenermaßen 440,5, angeführtermaßen auch nur zu 440 Linien annimmt. In der Hauptsache sind die von ihm gemachten Schlüsse deßhalb aber nicht weniger ganz richtig; und ein vollkommenes unmittelbares Verfahren werde ich erst unten bei Erklärung des „Kater'schen Reversionspendels nachweisen können.

† Vorher ist nur von Polnähe die Rede, in welcher Maupertius bei der uns

Pendellänge unter dem Aequator 439,10,
Pendellänge unter dem Pol . . . . . 441,694.

Es ist nämlich angegebenermaßen:
die gesuchte Zunahme der Pendellänge von Paris bis zum Pol (x) : Zunahme vom Aequator bis Paris (1,47 L.) = (sin 90°)² : (sin 48° 50′)²,
also mit Logorithmen rechnend, wie oben,
log . x = log 1,47 + log (sin 90°)² — log (sin 48° 50′)².

Dieß ist demnach das Verhältniß der Schwere unter dem Aequator und dem (einen oder dem andern) Pole, nämlich = 43910 : 44169. Anderseits lehrt, um davon noch einen weitern Gebrauch zu machen, und somit die ganze Fruchtbarkeit der Lehre vom Pendel und seiner hier betrachteten Anwendung (Anwendbarkeit) auf die Bestimmung der Schwere zu zeigen, ein Theorem der physischen Astronomie,* daß sich (Gravitation, S. 703) die Kräfte der Schwere auf der Oberfläche des elliptischen Erdphäroids selbst umgekehrt wie die Entfernungen vom Erdmittelpuncte** verhalten, so daß aus der Verbindung beider Sätze das Verhältniß des äquatoreal en Erddurchmessers : polaren = 44169 : 43910 = 170 : 169, und die Abplattung (s. wieder d. A. S. 24) also 1/170 folgen würde. Dieß ist jedoch, wie ich auch durch das oben eingeklammerte Wort „Anwendbarkeit", statt geradehin Anwendung, habe andeuten wollen, nur eine Annäherung; und ich verweise wegen der Gründe, aus welchen andere Methoden ein genaueres Resultat gewähren, auf den genannten Artikel,* und beschränke mich hier auf diese Andeutungen.

Dagegen muß ich wenigstens etwas ausführlicher in der, nicht weniger hierher gehörigen und schließlich noch beizubringenden Erklärung der Methode seyn, die Entfernung des Mondes von der Erde durch die Pendellänge zu bestimmen; es ist öfter die Rede davon, und die Forderung hat auf den ersten Anblick so viel Seltsames, scheinbar ganz Unzulässiges, daß die Leser gern in einiges Detail darüber eingehen werden.

Wir wissen aber, — denn soweit muß ich ausholen, — daß sich die Entfernun-

aus dem dritten Anhange des ersten Bandes unseres Werkes ausführlich bekannten „Nordpol-Expedition" allerdings noch Pendelbeobachtungen hat anstellen können.

† Der Radius ist = 10 tausend Millionen, und sein Logarithmus also = 10 angenommen; vom Quadrate (10 tausend Millionen)² wird der Logarithmus aber = 2 . 10 = 20.

* Der Beweis fordert den Beistand der Differentialrechnung, welchen ich mir nur für die wichtigsten Fälle, als Ausnahme von der plangemäßen Verzichtung darauf, vorbehalten habe. Leser, welche nach diesem Beweise suchen, verweise ich namentlich auf des verewigten Petersburger Astronomen Schubert „Traité d'Astronomie." Petersburg. 1822. 3 B. gr. 4. III. 212., wo allgemein und, wie es mir scheint, am besten dargethan wird, „que l'équilibre ne peut avoir lieu dans un *sphéroide elliptique*, que lorsque tous les points *à la surface* sont attirés vers le centre en raison inverse des rayons du sphéroide."

** Ich muß hier mit Bezug auf den citirten Art. Gravitation, S. 703, einem Zweifel vorbeugen. Gegen außerhalb befindliche Körper, gegen die Weltkörper, z. B. den Mond, die Planeten, wirkt die, dann im Centrum concentrirt zu denkende Erdmasse im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen; gegen Körper auf der Oberfläche des elliptischen Sphäroids selbst dagegen im umgekehrten Verhältnisse des einfachen Abstandes vom Centrum. Die Vergleichung des citirten Artikels, welche ich empfehle, macht die Sache vollkommen klar.

* Sehr schön (aber viel zu ausführlich für meinen Plan) scheint mir diese „Anwendung" des Pendels bei Bode (dem verewigten Berliner Hof-Astronomen) „Anweisung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel." 2. Aufl. Berlin. 1803. gr. 8. S. 186. behandelt.

gen aller die Sonne in Gemäßheit der Anziehungskraft dieses Centralkörpers umkreisenden Gestirne von ihr aus einer der Entfernungen, in Verbindung mit der Kenntniß der Umlaufszeiten, herleiten lassen, indem nach der dritten Kepler'schen Regel (vergl. d. Art.) die Quadrate dieser Umlaufszeiten im Verhältnisse der Cuben jener Entfernungen stehen. Eben so verhält es sich nun mit der Entfernung des, dagegen die Erde in Gemäßheit ihrer Anziehungskraft umkreisenden Mondes beim Bezug auf die, durch die nämliche Kraft zum freien Falle gegen die nähere Erdoberfläche sollicitirten Körper, welchen Fallraum wir vorn, eben aus der Theorie des Pendels, in der ersten Secunde = 15,09 Pariser Fuß gefunden haben. Aus der speciellen Größe dieses Fallraumes läßt sich aber (gerade wie wir es — Gravitation, S. 688. — für den bloß entfernteren, aber darum nicht weniger auch gegen die Erde „fallenden" Mond gemacht haben) offenbar die Zeit ableiten, binnen welcher ein in dieser größeren Nähe, die wir = dem Erdhalbmesser (r) setzen können, zur Erde fallender Körper den etwas erweitert gedachten Umfang derselben, z. B. einen vom Aequator wenig verschiedenen Kreis, durchlaufen würde.* Nennt man aber sodann diese Zeit t und die periodische Umlaufszeit des Mondes T, so hat man nach der obigen Kepler'schen Regel den gesuchten Abstand x des letzteren von der Erde aus der Proportion $t^2 : T^2 = r^3 : x^3$; und man sieht, was ich eben darzuthun hatte, daß diese Proportion lediglich auf der genauen Kenntniß des Fallraumes (g) in der ersten Secunde, welchen wir oben durch Beziehung auf die Länge des mathematischen Secundenpendels ermittelt hatten, begründet ist. Die numerische Ausführung der Rechnung gewährt ein mit dem auf anderem Wege (Mond, S. 146) gefundenen sehr wohl übereinstimmendes Resultat; ich gebe, da es mir wieder nur mehr um Aufklärung des Princips zu thun war, diese numerische Operation aber den Lesern selbst anheim, beschließe hiermit, wie gesagt, den zweiten Abschnitt unserer Pendelbetrachtung, und komme nunmehr in der bevorworteten Ordnung zum

3) Ungleichen Gang der Pendel (zum rostförmigen Pendel und zur Compensation überhaupt).

Die bis hierher untersuchte Bewegung der Pendel findet sich nämlich, wie ich auch schon vorn bei Erläuterung der Huygens'schen Einrichtung der Pendeluhren angedeutet habe, zunächst durch den Widerstand der Luft und durch das Reiben am Aufhängungspuncte beeinträchtiget. Aus diesen Ursachen wird der Schwung des Pendels (ich spreche hier vom Pendel in der reinen Bedeutung des Wortes, nicht von der Verbindung mit dem Uhrwerke, wodurch jene Behinderung compensirt wird) immer kleiner, und dasselbe steht endlich in der Verticale ganz still, da sonst die Schwungbewegung natürlich ohne Ende fortdauern (und das Pendel also ein „Perpetuum mobile" abgeben) würde.

Hierbei verlängert sich, wie man leicht einsieht, die Dauer des Niederganges etwas, indem die aufgehaltene Pendelstange später in die verticale Lage gelangt; die Dauer des Aufsteigens verkürzt sich dagegen, indem der beschriebene Bogen kürzer wird, — und die ganzen Schwünge bleiben daher, erfahrungsgemäß, dennoch ziemlich lange unter sich gleich.* Der Wi-

* Ich sehe hier eine Einwendung auf den Lippen meiner Leser schweben. Denken wir uns also diesen fallenden Körper als einen die Erde, durch Verbindung von Fall und Impuls in so großer Nähe umkreisenden zweiten Mond, daß seine Bahn wenig größer als der Aequator, und seine Fallgröße in der Secunde daher = g wäre. Dieß wohl gewählte Gleichniß beseitiget jede Einwendung.

* So drücken sich wenigstens die Lehrbücher gewöhnlich aus. Mir scheint es indeß noch besser, überhaupt zu sagen: die ganzen Schwünge verhalten sich ziemlich lange isochronisch, weil die Bewegung des Pendels zwar einerseits langsamer wird (weil dasselbe zur Beschreibung gleich großbleibender Bögen mehr Zeit gebrauchen würde), anderseits aber auch immer nur kleinere Bögen zurückzulegen sind.

derſtand der Luft wirkt begreiflich in dem Maße ſtärker, in welchem die beſchriebenen Bögen größer und die Gewichte im Vergleiche zu ihren Flächen kleiner ſind (vergl. das oben über die „Linſenform“ Geſagte), und alſo kann ein Pendel (wie ich deßhalb auch ſchon oben ſo ſorgfältig hervorgehoben habe) von mehrerem Gewichte in der Luft ſchneller ſchwingen, als ein gleich langes leichteres, obgleich das Gewicht (ſ. ebenfalls vorn) auf die Schwungbewegung an ſich keinerlei Einfluß hat.

Hauptſächlich aber wirken auf den Gang der Pendel die Abwechslungen der Temperatur ein: denn die Wärme dehnt unausnamentlich alle Körper aus, die Kälte zieht ſie zuſammen; und alſo muß auch die Pendelſtange bei der erſteren länger, bei der letzteren kürzer werden. Aus dieſem Grunde geht das Pendel im Sommer langſamer, im Winter ſchneller, und der Unterſchied ſteigt (wie ich wohl kaum hinzuzufügen brauche, in ungeheizten Räumen, z. B. in den aſtronomiſchen Obſervatorien) für gewöhnliche Pendeluhren durchſchnittlich auf 30 Secunden täglich.

Auf Beſeitigung dieſer, zumal bei genauerer aſtronomiſcher Anwendung ſo äußerſt bedenklichen Inconvenienz ſann daher ſchon zu Anfange des vorigen Jahrhunderts der uns aus dem Art. Compenſation, in welchem der vorliegende Gegenſtand überhaupt ausführlicher behandelt wird, und welchen ich demnach zu vergleichen bitten muß, bekannte Engliſche Uhrmacher Graham. Er fiel, wie ich zur Vervollſtändigung jenes Artikels hier nachträglich anführe, anfänglich darauf, die Pendelſtangen von Ebenholz oder Nußbaum zu nehmen, weil zumal ſolches Holz nach der Länge der Faſern nicht merklich ausgedehnt wird (die Leſer finden dergleichen Pendelſtangen deßhalb noch oft in den ſogenannten Probiruhren der Uhrmacher, und die Erfahrung muß alſo doch für die Anwendbarkeit ſprechen); allein das Holz iſt dagegen wieder dem Fehler ausgeſetzt, daß es ſich durch den andern Wechſel der Feuchtigkeit und Trockenheit wirft (krümmt); und ſo ſah ſich denn Graham zuletzt auf das in der Ueberſchrift genannte „roſtförmige“ Pendel geführt, von welchem die Figur 1. der Tafel III. des erſten Bandes unſeres Werkes und die Beſchreibung eben im citirten Art. Compenſation, S. 197, den deutlichſten Begriff gewährt, und deſſen Princip ich nur zur plangemäßen kürzeren Ueberſicht nochmals in die Worte zuſammendränge, daß ſich dabei die Verlängerung der metallenen Pendelſtange in Einem Sinne durch die Ausdehnung des ſie tragenden Rahmes von einem andern Metall im entgegengeſetzten Sinne „compenſirt“ findet (daher der Name).* Gegenwärtig wendet man, zumal für aſtronomiſche Pendeluhren, noch lieber und häufiger die „Queckſilber-Compenſation“ (S. 198.) an, indem man, ſtatt der gewöhnlichen Linſe, ein mit Queckſilber gefülltes Gefäß nimmt, in welchem letzteren das erſtere bei Temperaturwechſeln eben ſo ſteigt und fällt, als ſich die Pendelſtange dagegen verlängert oder verkürzt, demgemäß der Mittelpunct des Schwunges in einem unveränderten Abſtande vom Aufhängungspuncte erhalten wird.

Mehr werde ich, indem ich nur die Vergleichung des citirten eigenen Artikels, welcher den gegenwärtigen Vortrag ergänzt, nochmals empfehle, über „Compenſation“ hier nicht beibringen dürfen, und gebe alſo ſchließlich zu der auch noch verheißenen

4) Betrachtung einiger neueren Verfeinerungen der Pendel-Anwendung

über, deren Theorie man nach den deßhalb voraufgeſchickten Sätzen, bevorwortetermaßen, nun leichter auffaſſen wird.

Dahin gehört aber ganz beſonders das mit Verweiſung hierher ſchon oben erwähnte, zuerſt von dem Engliſchen Schiffs-Capitain Kater zu den feinſten Meſ-

* An manchen kleineren Pendeluhren gewahrt man kurz über der Linſe eine Art von Nachahmung jener Graham'ſchen Einrichtung, ſie iſt aber meiſtens nur Zierrath; und ich erwähne ihrer hier bloß, um gleich einem Zweifel der Leſer wegen des Grundes oder Urſprunges dieſer Hinzufügung zu begegnen.

fungen praktisch angewendete* und nach ihm mit dem Namen des „Kater'schen Reversions- (auch des unveränderlichen)** Pendels belegte Instrument. Die Königliche Societät zu London hatte nämlich zu Anfange des laufenden Jahrhunderts den Plan entworfen, ein Fundamentalmaß (vergl. Maß, S. 84.) auf die genaueste Bestimmung der Länge des mathematischen Secundenpendels für eine bestimmte geographische Breite (worauf ich hier zurückkommen wollte) zu begründen,*** und eben den Capitain Kater mit den dießfallsigen Pendelbeobachtungen in verschiedenen Breiten beauftragt. Das Princip der von ihm dazu ersonnenen Einrichtung besteht, wie wir hier als Erfahrungssatz betrachten wollen, darin, daß, wenn in der Länge der Stange eines physischen Pendels, welches an einem bestimmten Orte z. B. Secunden schwingt, zwei gleiche (keilartige Zapfen, oder, dem gewöhnlichen Ausdrucke gemäß) „Messerschneiden" (zum Aufhängen mit möglichster Vermeidung aller Reibung in der vorn bevorworteten Art) dergestalt angebracht sind, daß sich ihre Grundflächen parallel finden, ihre Schneiden aber in die Are der Stange fallen, und das Pendel nun bei einem gewissen, durch Versuche zu bestimmenden Abstande dieser Schneiden, es werde auf der einen oder mit Umkehrung („Reversion") auf der andern aufgehängt, gleich viel Schwingungen in gleichen Zeiten macht, jener Abstand der Schneiden* auf der Stange des physischen Pendels genau der Länge des entsprechenden mathematischen, also in diesem Falle der gesuchten Länge des mathematischen „Secunden-" Pendels gleich** ist, welche man somit wirklich und unmittelbar auf seinem transportablen physischen Pendel besitzt.

* „Erfundene" wage ich nicht zu sagen, denn ich treffe die Idee dieser Einrichtung schon in der (viel citirten) „Astronomie." Von Bohnenberger (dem verewigten Tübinger Astronomen). Tübingen. 1811. gr. 8. S. 448. an, wo auch der Beweis des gleich folgenden Princips des „Reversionspendels."

** „Unveränderlich," weil man beim Gebrauche an verschiedenen Orten der Erde, und wobei sich also, auseinandergesetztermaßen, die absolute Länge des in gleichen Zeiten gleich viel Schwingungen machenden Pendels ändert, die Länge dieses („Reversions-") Pendels gleichwohl unverändert läßt, und ihr Verhältniß zu einer bestimmten Länge vielmehr (wie wir es oben gemacht haben) nur aus der sich ändernden Anzahl der Schwingungen ableitet.

*** Ich finde diesen Vorschlag schon bei Bode in der viel citirten „Kenntniß der Erdkugel." 2. Aufl. Berlin. 1803. gr. 8. S. 200. — Es scheint jedoch nicht, als wenn Kater's Ermittlungen für das Englische Maßsystem bestimmend werden würden, gleichwie dieß (vgl. Maß, S. 81.), als Resultat einer ähnlichen Unternehmung, dagegen für das Französische wirklich der Fall geworden ist.

* Man nützt, um diesen gegenseitigen Abstand der Messerschneiden von einander bald zu finden, den schon oben mit Verweisung hierher hervorgehobenen Umstand, daß eine sehr kleine, an einem zarten (z. B. ungesponnenen Hanf- oder — vgl. unten — Metall-) Faden von solcher Länge hangende Metallkugel, daß Secunden geschwungen werden, als ein mathematisches „Secunden"-Pendel angesehen werden kann, indem bei dieser Einrichtung der Schwingungspunct mit dem Mittelpuncte der Kugel äußerst nahe zusammenfallt. — Diese Länge bezeichnet also schon den Abstand, welcher durch die nachherige Forderung der Gleichzahl der Schwingungen vor und nach der Umkehrung vollkommen berichtiget wird.

** Dieß heißt also, um es mit nur andern Worten nochmals zu resumiren: In der Länge der Stange eines jeden physischen Pendels gibt es zwei, einander gegenüber liegende Puncte, in denen das Pendel, statt wie gewöhnlich aufgehängt, dennoch beidemal eben so (wie gewöhnlich aufgehängt) schwingt, und deren gegenseitiger Abstand, dem Principe gemäß, die Länge des, diesem „physischen" Pendel entsprechenden mathematischen (in gleicher Zeit gleich viel Schwingungen machenden) Pendels abgibt.

Wenn nun, um jetzt den allgemeinsten Begriff von der Anwendung des so eingerichteten Instruments zu geben, zuerst das physische Pendel bei der gewöhnlichen Aufhängung an einem bestimmten Orte Secunden schwingt, so wird bei der nachherigen successiven Aufhängung auf beide Messerschneiden auch das so erlangte (zugehörige mathematische, — das) „Reversionspendel“ (beide Mal) die diesem Orte entsprechende gleiche Anzahl von Schwingungen machen, welche Anzahl wir mit n bezeichnen wollen. An einen andern Ort gebracht, wo die (vergl. oben) Schwerkraft der Erde anders wirkt, schwingt das physische Pendel (von also unverändert gebliebener Länge) natürlich keine genauen Secunden mehr, die Anzahl seiner Schwingungen in der nämlichen Zeit ist eine andere; und eben so findet sich auch die Anzahl der Schwingungen des nicht weniger unverändert lang gelassenen, mathematischen (des „Reversions“-) Pendels anders, z. B. = n'. Die Längen der Pendel sind aber, wie oben gezeigt worden, im umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der Schwingungsanzahlen für gleiche Zeiten, und wenn also die Länge des „Reversionspendels“ (des mathematischen) am Ausgangsorte für n Schwingungen = l gewesen war und nun am zweiten Orte für hier beobachtete n' Schwingungen berechnet werden soll, so folgt sie (x) sogleich und unmittelbar aus der Proportion $x : l = n^2 : n'^2$. — Der Vortheil besteht demnach darin, daß man bei Anwendung des „Reversionspendels“ nicht, wie oben, bloß mit physischen Pendeln operirt, und aus den so erhaltenen Resultaten erst die Reduction auf die Länge der entsprechenden mathematischen vornimmt, welche Reduction, angeführtermaßen, ihre vielen Schwierigkeiten hat, sondern daß bei dieser Einrichtung vielmehr die Länge des mathematischen Secundenpendels an einem zweiten Orte unmittelbar aus dieser Länge des mathematischen Secundenpendels am ersten (dem, so zu sagen, Normal-) Orte erhalten wird. Zugleich gewährt eine derartige wirkliche Verbindung des mathematischen mit dem physischen Secundenpendel, auf dessen Stange sich die Länge des ersteren solchergestalt sinnlich bezeichnet findet (nicht erst durch die vorangeführten Formeln bloß rechnend und also imaginär hinzugefügt werden soll), den Vortheil einer gegenseitigen Controle der Schwingungs-Anzahlen; — und ich habe diese Art der Darstellung mit Uebergehung mancher technischen Modificationen ausgewählt, weil sie mir die Erlangung des deutlichsten Begriffes von der Sache selbst, worauf es mir für meine Leser eben ankommt, besonders zu begünstigen schien.*

Eine andere, zu den feinsten Messungen dienende neuere, und also in diese betreffende Abtheilung unserer Pendelbetrachtungen gehörende, auch schon vorn mit Verweisung hierher angedeutete Pendel-Einrichtung hat der jetzt verewigte

* Wäre die Forderung nämlich die allgemeine, zu jedem beliebigen physischen (nicht bloß zu dem oben alsbald gewählten Secunden-) Pendel das zugehörige mathematische (das „Reversions“-) Pendel zu finden, so könnte man in jenem physischen erst eine der beiden Messerschneiden paßlich anbringen, dasselbe daran aufhängen, die so Statt findende Schwingungsanzahl beobachten, und nun die Länge des Fadenpendels von gleicher Schwingungsanzahl suchen, welche den Abstand der danach einzusetzenden zweiten Messerschneide von der ersteren vorläufig gäbe. Zugleich aber müßten sich dann an der Pendelstange Laufgewichte befinden, durch deren Verschiebung hiernächst die allergenaueste Uebereinstimmung der Schwingungen (ihrer Anzahl) bei Aufhängung des Pendels auf einer oder der andern Messerschneide bewirkt würde, oder man könnte auch zum nämlichen Zwecke, nach Befinden, vom obern oder untern Ende der Stange etwas wegnehmen (abfeilen). Dadurch würde zwar ihre Länge, und also (in beiden Fällen) die Schwingungsanzahl des physischen Pendels verändert, aber, wie man leicht einsieht, dagegen seine eben verlangte genaueste Uebereinstimmung mit dem solchergestalt auf der Stange wirklich bezeichneten mathematischen Pendel bewirkt.

große Königsberger Aſtronom Beſſel durch Verbindung einer kleinen Metallkugel mit einem überaus feinen Metallfaden (ſtatt des erwähnten, ſonſt gebräuchlichen Hanffadens) ausgeführt, und dabei noch manche andere, die Pendeltheorie betreffende Subtilitäten angeregt, deren Verfolgung mich indeß über den Plan unſeres Werkes hinausführen würde.* Leſer, welche danach verlangen, verweiſe ich daher beſſer auf das eigene Werk darüber: „Unterſuchungen über die Länge des einfachen Secundenpendels.“ Von F. W. Beſſel. Berlin. 1828. 4. — womit Sie das ſchon oben citirte Werk deſſelben würdigen Gelehrten: „Unterſuchungen über die Kraft, mit welcher die Erde Körper von verſchiedener Beſchaffenheit anzieht“ (mit welcher die Erdanziehung auf das Pendel wirkt, je nachdem deſſen Linſe aus Metall oder Holz, Meteorſtein u. ſ. w. beſteht). Berlin. 1832. 4. — verbinden können. Eine ausführliche Entwicklung der Lehre vom Pendel enthält ferner der betreffende Artikel in der viel citirten neuen Ausgabe von Gehler's phyſikaliſchem Wörterbuche (welcher Artikel aber auch 102 Seiten gr. 8. faßt); — und mit dieſen literariſchen Nachweiſungen ende ich denn, da die hiſtoriſchen Notizen ſchon vorn eingeflochten ſind, dieſen vierten und letzten Abſchnitt der Lehre vom Pendel, und den Vortrag über den Gegenſtand überhaupt.

Perigäum, ſ. Erdnähe.

Perihelium, ſ. Sonnennähe.

Periode; Periodus; *Période*. So nennt man im Allgemeinen einen Zeitraum, nach deſſen Ablaufe dieſelben, namentlich aſtronomiſchen Erſcheinungen wieder eintreten. Hiernach wäre der Ausdruck mit „Cyklus“ gleichbedeutend; man bezeichnet z. B. (vergl. d. A. S. 214) durch „Mond-Cykel“ denjenigen 19jährigen Zeitraum, nach deſſen Ablaufe die Neumonde wieder auf die nämlichen Jahrestage fallen, welches ganz in die obige Definition paßt. Indeß iſt es gebräuchlicher, mit dem Ausdrucke „Periode“ vielmehr nur einen größeren und mehrere ſolche „Cykel“ einſchließenden Zeitraum zu bezeichnen. So habe ich z. B. ſchon in dem Separat-Artikel:

Dionyſiſche Periode, das Entſtehen dieſer „Periode“ aus der Vereinigung des eben erwähnten, nur 19jährigen Mond-Cykels mit dem Sonnen-Cykel (ſ. Cykel, S. 218) von 28 Jahren zu einer Dauer von (19 . 28 =) 532 Jahren erklärt; — und in ähnlicher Art wird, wenn auch nicht gleichfalls wegen Einſchließens „mehrerer Cykel,“ doch wegen der längeren Dauer von faſt 1500 Jahren auch der nicht weniger in einem Separat-Artikel behandelte Hundsſtern-Cykel der Aegypter häufig unter dem Namen der

„Hundsſtern“-Periode

aufgeführt.

Die Chronologie nennt noch mehrere ſolche Perioden; es iſt aber von denſelben außerdem vorzugsweiſe nur die

Julianiſche Periode; Periodus *Juliana; Période Julienne*, im Gebrauche, auf welche ich mich daher nach den voraufgehenden allgemeinen Bemerkungen* ſpeciell allein noch beſchränke. Dieſe „Julianiſche Periode“ iſt aber ein Zeitraum von 7980 Jahren, nach deſſen Ablaufe das Julianiſche (daher der Name) Jahr (365¼ Tage) im (vergl. wieder Cykel l. c. und flgd.) eben erwähnten Mond-, im Sonnen- und

* Dagegen ſchreibt mir dieſer Plan vor, die erhabenſten Geſichtspuncte anzudeuten, unter denen ſich die behandelten Materien betrachten laſſen; und dahin gehört (Gravitation, S. 720.) Pontécoulant's Bezeichnung der planetariſchen Perturbations-Oscillationen um eine Bahn-Conſtanz, welche Er als „immenses *pendules* de l'éternité“ bezeichnet, „qui battent les siècles comme les nôtres battent les secondes.“ — Vortreffliches Gleichniß!

* Ich habe denſelben bloß noch hinzuzufügen, daß man den Anfang einer Periode mit dem Ausdrucke Epoche (hier alſo — vergl. d. A. S. 338 — im chronologiſchen Sinne) zu bezeichnen pflegt und daher z. B. „eine Epoche machende Begebenheit“ ſagt. So iſt Chriſti Geburt die „Epoche“ (der Periode) der chriſtlichen Zeitrechnung.

Indictions-Cykel wieder Einerlei Zahl bekommt.

Joseph Scaliger (der meinen Lesern aus andern Studien bekannte, als Professor zu Leiden 1609 verstorbene Polyhistor) hat („De emendatione temporum," *Josephi Scalegeri* opus novum, absolutum, perfectum. Francf. 1593. Fol.) den Gebrauch dieser Periode in der Chronologie (dieser — vergl. d. A. — so wichtigen astronomischen Hilfswissenschaft) eingeführt, und sie ist auch, wie ich nun gleich näher zeigen werde, in der That sehr bequem zur Vergleichung der Zeitrechnungen verschiedener Völker, über deren älteste Geschichte sie, wenigstens so weit sich unsere historischen Kenntnisse erstrecken, nicht nur noch hinausreicht, so daß auch die frühesten Begebenheiten noch auf sie bezogen werden können, sondern in der sie doch auch jedes Jahr durch bestimmte Merkmale bezeichnet, indem in der ganzen Periode durchaus nicht zwei Jahre vorkommen, welche in allen drei von ihr umfaßten, eben angegebenen Cykeln übereinstimmende Zahlen hätten. *

Der Mond-Cykel besteht nämlich aus den angegebenen 19, der Sonnen-Cykel aus 28 und der Indictions-Cykel aus 15 Jahren, und das Product dieser drei Zahlen (19 . 28 . 15) gibt die obige Dauer der Periode von 7980 ** Jahren.

Wenn man von einem bestimmten Jahre den Mond-Cykel (m), den Sonnen-Cykel (s) und den Indictions-Cykel (i; vergl. nochmals Cykel, S. 215 und 219) weiß, so berechne man die allgemeine Formel

$$\frac{4200\,m + 6916\,s + 4845\,i}{7980};$$

der Rest der Division ist alsdann die Zahl dieses Jahres in der Julianischen Periode. * So wird man (s. d. vorausgehende Anmerk.) z. B. finden, daß das erste Jahr der christlichen Zeitrechnung (das — vergl. Kalender, S. 874, wo hierher verwiesen ist — mit demjenigen 1sten Januar anhebende Jahr, welcher dem 25sten Decbr., an dem Christus geboren seyn soll, zunächst folgte), und welches im Mond-Cykel das zweite, im Sonnen-Cykel das zehnte, im Indictions-Cykel das vierte war, in der Julianischen Periode das (s. die Anmerk.) 4714te gewesen ist.

Man hat also zu der Jahreszahl der jetzigen christlichen Zeitrechnung immer (4714 − 1 =) 4713 * hinzuzurechnen,

Cykel das $\left(\frac{4714}{19}\right.$ läßt zum Reste) 2te, im Sonnen-Cykel $\left(\frac{4714}{28}\right)$ das 10te, im Indictions-Cykel $\left(\frac{4714}{15}\right)$ das 4te, hat also in jedem der drei Cykel einen anderen „Charakter."

* Der jetzt verewigte Berliner Hofastronom Joeler sagt daher im viel citirten „Handbuche der Chronologie." I. 76. auch von dieser „Periode": „Man kann mit Rechte behaupten, daß erst seit ihrer Einführung Licht und Ordnung in die Chronologie gekommen ist."

** Da diese drei Zahlen 19, 28, 15 Primzahlen unter sich sind (keinen gemeinschaftlichen Divisor haben), so kann auch erst nach Ablaufe der obigen, durch ihr Product (19 . 28 . 15 =) 7980 bezeichneten ganzen Reihe von Jahren der ursprüngliche Fall wieder vorkommen, daß ein nämliches Jahr neuerdings dieselbe Zahl in allen drei Cykeln erhielte; im Laufe der Periode tritt derselbe nicht ein. Es ist z. B. das 1ste Jahr der christlichen Zeitrechnung, als das 4714te dieser Periode, im Mond-

* Die Frage: das wievielste ein durch seine Nummer im Mond-, im Sonnen- und im Indictions-Cykel bezeichnetes Jahr in der Julianischen Periode sey? ist eine Aufgabe der unbestimmten Analytik, deren Auflösung mit ziemlich vieler Rechnung auf den obigen Ausdruck führt. Ich begnüge mich daher mit der bloßen Anführung desselben, und verweise wegen der Demonstration auf Kästner's (des Göttinger Mathematikers) „Mathematik." 4. Aufl. Götting. 1792. kl. 8. 2ten Theiles 2te Abtheil. S. 477. Auch der Art. „Cykel" in der neuen Aufl. von Gehler's „Physikal. Wrtb." enthält, wie ich eben finde, eine solche.

** „4713," nicht 4714, denn das Jahr 1

um das entsprechende Jahr der „Julianischen Periode“ zu haben; und unser laufendes Jahr 1846 nach Christus ist demgemäß das (1846 + 4713 =) 6559te in derselben. Die Leser treffen diese, solchergestalt erklärte Bezeichnung noch in manchen Kalendern an. — Ist dagegen ein Jahr vor Christi Geburt gegeben, so muß man, Behufs der Beziehung auf diese Periode, die betreffende Zahl (s. d. Anmerk.) natürlich von jenen 4714 abziehen; Julius Cäsar unternahm seine Kalenderverbesserung z. B. 45 vor Christus, d. h. im (4714 — 45 =) 4669ten Jahre der Periode.

In dieser Art dient die Julianische Periode zur allgemeinen Vergleichung aller Zeitrechnungen. So fällt Roms Erbauung (wenn man dabei Varro's Rechnung zu Grunde legt) in das 3961ste Jahr der Periode; und Constantin der Große ist im Jahre Roms 1059 zur Regierung gekommen, demgemäß sein Regierungs-Antritt dem Jahre (3960 + 1059 =) 5019, und (5019 — 4713 =) 306* der christlichen Zeitrechnung entspricht.

Näheres hierüber in Ideler's schon oben citirtem „Handbuch der Chronologie.“ Berlin. 1825. 2 B. gr. 8., woraus das „Lehrbuch der Chronologie.“ Ibid. 1831. gr. 8. ein Auszug ist. Noch ausführlicher: „Die Chronologie in ihrem ganzen Umfange.“ Von Matzka. Wien. 1845. gr. 8. Kornik: „System der Zeitrechnung in Tabellen.“ Berlin. 1825. Folio, und endlich „L'art de vérifier les dates.“ Neue Ausgabe. Paris. 1818 flgd.

der christlichen Zeitrechnung soll dem Jahre 4714 (= 1 + 4713) der Periode entsprechen. — Bei den Jahren vor Christus dagegen muß der Abzug von den 4714 erfolgen, indem z. B. 1 vor Christus offenbar = dem Jahre (4714 — 1) 4713 der Periode ist.

* Denn man muß, der vorstehenden Anweisung gemäß, zum Jahre Christi (hier 306) 4713 addiren, um das entsprechende Jahr der Periode (306 + 4713 = 5019) zu erhalten. — Mit der eben angeführten Jahreszahl der 3960 statt 3961 verhält es sich, wie man nun gleich übersieht, ganz so.

Periodischer Monat, s. Monat, S. 140.

Periodische Umlaufszeiten (tropische und siderische, im Gegensatze der synodischen) der Planeten, s. d. betreffende Tabelle in Weltsystem; des Mondes, s. Monat, S. 139.

Perioeci, s. Nebenwohner.

Periscii, s. Umschattige.

Perpetuum mobile. Ich erwähne der Sache hier bloß, weil ich das Pendel (vergl. d. A. S. 289.) so bezeichnet habe, indem dasselbe, einmal angestoßen, abgesehen von aller Reibung, allem Luftwiderstande u. s. w. seine Schwingungen, also nach Art eines solchen „Perpetuum mobile,“ auch beständig fortsetzen würde. — Pontécoulant (vergl. Gravitation, S. 720) betrachtet die planetarischen Perturbations-Oscillationen um eine Bahn-Constanz eben unter diesem Gesichtspuncte eines „Perpetuum mobile,“ nämlich als „d'immenses pendules de l'éternité, qui battent des siècles, comme les nôtres battent les secondes!“ —

Perspective; Perspectiva; *Perspective.* Wegen der früheren Anwendung dieses Ausdruckes für Optik s. d. letztern Art. Jetzt versteht man darunter die „Fernscheinlehre,“ welche uns anweist, wie die aus einer gewissen Entfernung erscheinenden Gegenstände darzustellen sind. Unter diesem Gesichtspuncte würde also z. B. die Erscheinung und Darstellung der Mondhalbkugel als Scheibe hierher gehören, worüber sich das Nähere in Mondcharte findet (und womit man die Art. Landcharten und Projectionen vergleichen kann).

Perspectiv, s. Fernrohr, S. 437, indem der Ausdruck häufig für das (kleinere) Galilei'sche Fernrohr gebraucht wird, wie man dasselbe als Taschen- (Theater-) Instrument („Perspectiv“) anwendet.

Perturbationen, „Störungen“ des Laufes der Himmelskörper (namentlich der Haupt- und Nebenplaneten); Pertur-

bationes motuum coelestium s. Planetarum; *Perturbations des mouvements célestes.* Die durch wechselseitige Gravitation gegen einander selbst hervorgebrachten Abweichungen der Himmelskörper, namentlich unseres Sonnensystems, von der reinen elliptischen Bewegung. Wenn ein einziger Planet um die Sonne, als den Centralkörper des Systems, liefe, so würde derselbe in Gemäßheit des sodann auf diese beiden Körper beschränkten gegenseitigen Gravitations-Einflusses (Gravitation, S. 705) auch stets dieselbe genaue (reine) Ellipse um den Schwerpunct beider Weltkörper beschreiben; da aber mehrere Gestirne diesen Umlauf mit einander ausführen, so müssen sie sich, der (im citirten Artikel nachgewiesenen) unbedingten* Gegenseitigkeit der Anziehungswirkung wegen, einander dabei nothwendig in jener „reinen" elliptischen Bewegung „stören"; und die solchergestalt für einen jeden von ihnen durch die Einwirkung aller übrigen auf ihn, und seine Gegenwirkung auf sie übrigen alle entstehenden „Abweichungen von dem," wie gesagt, „sonst reinen Umlaufe in der elliptischen Bahn (Geschwindigkeits-Aenderungen in ihr, und — vergl. unten — Ausbiegungen aus ihr) sind nun eben die hier zu betrachtenden „Perturbationen." **

Diese bloße Entwicklung ihres Begriffes weist alsbald auf eine, deßhalb auch sogleich hervorzuhebende, aus der Natur des Vorganges selbst und der denselben also veranlassenden Gravitationskraft entspringende wesentliche Verschiedenheit der Perturbationen unter sich hin, der zu Folge sie in zwei große Kategorien zerfallen. Letztere Kraft wirkt nämlich, wie wir aus dem betreffenden Artikel wissen, nach der doppelten Maßgabe der gegenseitigen Entfernung und der Massen der diese respectiven Perturbations-Einflüsse verursachenden und erleidenden Weltkörper. Jene gegenseitige Entfernung ändert sich aber während jeder Umlaufs-Periode; die verschiedenen Planeten treten dabei, mit gleichzeitigem Bezuge auf andere Bahnpuncte, stets in andere „Configurationen",* welche jedoch natürlich auch nach denselben Perioden und also in nicht zu langen Zeiträumen wiederkehren; — und die daher rührenden, wie gesagt, auf diese periodischen Configurationen bezüglichen „Perturbationen" (ein Beispiel hinten) hat man deßhalb periodische genannt und als erste Kategorie bezeichnet. Freilich kommen auch dabei die Planeten-Massen in Betracht; allein diese letzteren üben hiernächst zugleich noch einen, von aller bestimmten Configuration ganz unabhängigen, allgemeinen und beständig fortdauernden ** Einfluß aus; — und den da-

* „Unbedingte," also nicht weniger auch eine Rückwirkung der umlaufenden Körper (Planeten) auf den umlaufenen (den Central-) Körper (die Sonne) einschließende „Gegenseitigkeit," wie schon aus der eben gemachten Substitution des „gemeinschaftlichen Schwerpunctes" statt der Sonne selbst hervorgeht; — ich zeichne den Umstand indeß, des Folgenden wegen, gleich noch besonders aus.

Noch erinnere ich, mit weiterem Bezug auf den besondern Artikel, daran, daß man die Theorie dieser Störungen Eines, den Centralkörper umlaufenden Himmelskörpers durch jeden der successiv zu betrachtenden andern, also durch Einen dritten, daher in vollkommenster Allgemeinheit das „Problem der drei Körper" nennt. — Auch hierauf führt mich schon das Folgende zurück.

** Diese bloße Erklärung zeigt bereits, daß das Princip der Perturbation nicht auf unser System eingeschränkt seyn kann, sondern als eine nothwendige Consequenz der Gravitation (Seite 690), auch, gleich dieser Kraft, von Himmel zu Himmel reicht, und also das Universum beherrscht. — Diese hier gemachte Einschränkung auf unser System ist demnach lediglich eine, durch die Enge der Wissenschaft selbst gesteckte Grenze.

* Vergl. d. Art., obwohl der Ausdruck dort mehr in dem engeren Bezuge bloß auf die Nebenplaneten, die gegenseitigen Stellungen der Jupiters-Saturns-Monde gebraucht ist.

** Man könnte diesen Einfluß als einen, „vom bloßen Mitvorhandenseyn ohne allen Bezug auf die bestimmte gegenseitige Stellung abhängigen" bezeichnen.

von abhängigen, also auf die längsten Zeiten ausgedehnten, die reine elliptische (vergl. d. Anmerk.) Bahnform alterirenden Wirkungen ist daher, im Gegensatze jener periodischen, die ihren eigenthümlichen Charakter auch sehr wohl ausdrückende Benennung der säcularen „Perturbationen," als zweite Kategorie, beigelegt worden.*

Nach dieser Darstellung der Allgemeinheit des Vorganges müssen wir nunmehr wenigstens die hauptsächlichsten

vertu de *cette* catégorie d'inégalités, ne font qu'osciller entre des limites qu'elles ne sauroient dépasser: leur effet se borne à changer à chaque instant la position qu'auroit la planète dans son orbite supposée invariable; et la stabilité du système du monde n'en peut être altérée.

Les *premières*, au contraire, qui sont en même temps les plus importantes et les plus difficiles à déterminer, ont été appelées *variations* („perturbations") *séculaires*, parce que leurs accroissemens étant extrêmement lents, ce n'est qu'après un grand nombre d'années que leur effet peut se manifester. Elles font varier de siècle en siècle, et par degrés insensibles, la figure des orbites et leur position dans l'espace, de sorte que, comme leur action est permanente et continue, il est impossible de décider *a priori* si la *forme générale du système planétaire n'en sera pas à la longue entièrement altérée.*"

Meine Leser sehen, um was es sich hierbei handelt; und gern drücke ich mich daher über diesen so höchst interessanten, mit der Frage nach der ewigen Dauer des Weltsystems, welche also auf diese Veranlassung berührt wird, in der engsten Verbindung stehenden Gegenstand mit vielleicht eindringlicherer Deutlichkeit auch noch folgendergestalt aus.

Man kann die Bahn eines Planeten als eine Ellipse betrachten, deren Elemente, genau genommen, allaugenblicklich Veränderungen durch den Einfluß der perturbirenden Kräfte der übrigen Himmelskörper erleiden, indem freilich eigentlich keine Störung des Ortes eines Himmelskörpers ohne gleichzeitige Affektion der Elemente, mit denen derselbe zusammenhängt, denkbar ist. Allein die Rechnung lehrt, daß dieser störende Einfluß auf die Elemente der Bahn nicht durch alle Perturbationen auf eine gleiche Weise bewirkt wird. Bei einigen dieser Perturbationen nämlich be-

* Dieser Unterschied zwischen den „periodischen" und „säcularen" Störungen, auf welche letzteren ich übrigens in dem besondern Art. Säculare Aenderungen, den ich zu vergleichen bitte, noch unter einem andern Gesichtspuncte zurückkomme, findet sich selten scharf genug bezeichnet. Mädler („Selenographie." S. 7.) sagt, „derselbe sey kein absoluter, indem er sich (welches in sofern auch ganz richtig ist) nur auf das Mehr oder Weniger (der Zeit) beziehe." Pontécoulant („Théorie analytique du Système du monde." I. 340.) faßt die Sache dagegen unter dem obigen Gesichtspuncte auf. „Nous venons de voir," sagt Er l. c., „qu'en vertu de l'action réciproque des corps du système solaire, les *élémens* des orbites des planètes (indem natürlich jede eintretende Abweichung von der reinen Ellipse die, wie ich oben mit Verweisung hierher sage, „Bahnform," und also die Elemente alterirt) étoient soumis à deux espèces de variations distinctes. Les unes, *indépendantes de la configuration de ces différents corps* et de leurs positions respectives qui redeviennent les mêmes après de courts intervalles, peuvent croitre indéfiniment avec le temps, ou être assujetties à des periodes qui leur sont propres, mais dont la durée est toujours extrêmement longue. Les autres, au contraire, dépendent uniquement de la position (configuration) des planètes entre elles, ou de cette position à l'égard de leurs noeuds, de leurs aphélies etc., et reprennent les mêmes valeurs, toutes les fois que la disposition générale du système redevient la même.

Ces *dernières* ont été nommées *variations* („perturbations") *périodiques*. Les élémens de l'orbite, en

der dabei eintretenden besondern Umstände näher in Betracht ziehen. Als seine Grundursache in unserem Systeme haben wir sogleich die gegenseitige Anziehung der mehreren, den Centralkörper Sonne umkreisenden (Haupt- und Neben-) Planeten auf sich untereinander, gleichwie, der nachgewiesenen unbedingten Gegenseitigkeit wegen, auch auf letzteren selbst kennen gelernt. Dabei ist aber zu erwägen, daß, wenn diese störende Anziehung auf zwei Systemskörper durch einen dritten in parallelen Richtungen und mit ganz gleicher Stärke Statt hätte, daraus eine Veränderung in der gegenseitigen Lage der beiden, die (störende) Anziehung jenes dritten erleidenden Körper nicht entstehen würde. Dieser Satz, welcher, so allgemein gefaßt, von selbst einleuchtet, wird für unsere Betrachtungen namentlich in dem Falle wichtig, in welchem das eine der beiden Gestirne als Centralkörper, und das andere als Trabant auftritt; und wir haben z. B. schon im Artikel Mondungleichheiten, S. 182, gesehen, daß wenn sich unsere Erde mit ihrem Mond-Trabanten in gleicher Entfernung von der Sonne befindet, die dann als in parallelen Richtungen erfolgend anzunehmende Anziehung der letzteren auf die beiden ersteren keinen störenden („perturbirenden") Einfluß ausübt, und der Mondlauf dadurch nicht alterirt wird, wogegen, wie man ebenfalls ohne weiteres zugibt, eine solche „Perturbation" allerdings eintreten muß, sobald einer dieser beiden Körper der Sonne näher als der andere steht, demzufolge eine Verschiedenheit der Anziehung Statt hat.

Ganz eben so verhält es sich begreiflich in Absicht auf einen, die Sonne umlaufenden Hauptplaneten; auch auf dieses System, gleichwie auf das eben

schränkt sich der Einfluß darauf, in der Größe der Elemente nur eine, wie gesagt, von der „Configuration" abhängige und also hin und her schwankende, in enge und a priori übersehbare Grenzen eingeschlossene Veränderung hervorzubringen. Diese Art von Störungen, als die von uns dieſergestalt bezeichnete erste Kathegorie, ist an kurze Perioden gebunden; sie heißt eben deßwegen periodisch, und hat nur einen bald vorübergehenden, keinerlei Besorgniß für die Dauer des Weltsystems erweckenden Einfluß.

Ganz anders verhält es sich dagegen mit der zweiten Kategorie, mit den sogenannten säcularen Störungen. Ihr Einfluß äußert sich sehr langsam und wird nur erst nach Jahrhunderten bemerklich, woher ihr Name kommt; aber sie verändern darum nicht weniger, mittelst eines dauernden und ununterbrochenen Bestrebens, die Elemente der Planetenbahnen, die Gestalt und Lage dieser Bahnen im Weltenraume; und es ist, rücksichtlich ihrer, unmöglich, gleichwie bei den periodischen Störungen, a priori anzugeben, ob die allgemeine Form des Weltsystems durch sie nicht einst mehr oder weniger beeinträchtigt werden könne. Hier aber nun ist es anderseits auch, wo die bewundernswürdige Analysis namentlich eines Laplace, und sodann späterer Geometer, welche, sämmtlich mit Gewinnung des nämlichen Ergebnisses, den von ihm eingeschlagenen Weg verfolgt haben, ihren höchsten Triumph gefeiert hat. Sie zeigt (vergl. Himmelsmechanik, S. 777.), und zwar a posteriori, mit Ausdehnung auf die früheſten, ihr zu Gebote stehenden Beobachtungen, deren Resultat als Probe der Rechnung aus den allgemeinen, von ihr gefundenen Ausdrücken selbst wieder hervorgeht, daß die Stabilität des Sonnensystems von der Unveränderlichkeit der großen Axen der Planetenbahnen (nicht der Lage, worauf ich unten komme, sondern der Größe nach) und der Unüberschreitbarkeit gewisser Grenzen der Veränderung der Excentricitäten und Neigungen dieſer Bahnen abhängig ist, und daß dieſe

Bedingungen sich in der Wirklichkeit dergestalt erfüllt finden, daß selbst für unendliche Zeiten hin unser System nur um einen mittleren Stand der Ellipticität und Neigung der Bahnen seiner Planeten oscilliren, und diese, zur Erhaltung seiner ewigen Dauer erforderlichen Grenzen nimmer überschreiten wird. — Der besondere Artikel „Stabilitäts-Problem in der Astronomie" wird uns übrigens auf diese hehre Betrachtung zurückführen.

angeführte Erd-Mondsystem, kann eine nach parallelen Richtungen eintretende, gleich große Anziehung eines dritten Körpers keine Aenderung° in der Gegenseitigkeit hervorbringen; — und, um es nochmals hervorzuheben, zwei gleiche und parallele Anziehungen (störende Einflüsse) ändern also Nichts im Systeme der dadurch sollicitirten Gestirne, und es ist vielmehr immer nur die Verschiedenheit der Anziehungen, welche eine Modification („Perturbation") derjenigen Bahnbewegung veranlaßt, die ohne diesen Einfluß Statt gefunden haben würde: der Mond findet sich in

° Ich sehe hier eine Einwendung auf den Lippen meiner Leser schweben, welcher ich, und zwar unter einem noch weiteren Gesichtspuncte, sogleich begegnen muß. „Wir geben zu," werden Sie nämlich sagen, „daß die Sollicitation Seitens des störenden Körpers in einem solchen Falle auf die beiden gestörten gleich groß ist; aber die Rückwirkung hier z. B. der so viel Masse-stärkeren Sonne und des geringeren Planeten auf den störenden, wovon bei der postulirten „unbedingten Gegenseitigkeit" auch die Rede seyn muß," ist dieß doch gewiß nicht.

Ich weiß Ihnen darauf nicht besser, als (vergl. Gravitation, S. 696, wo noch ein anderes sehr sinnliches Gleichniß) mit Lalande („Astronomie." §. 3385.) zu antworten: „La force," sagt Er aber l. c., „avec laquelle un corps céleste est attiré, ne dépend point de la masse du corps *attiré*: car si une seule particule de matière est attirée avec une force f, toutes les particules que vous placerez près d'elle seront attirées chacune avec la même force f: il n'y a aucune raison pour que la seconde soit attirée moins que la première, et la présence de la seconde ne change rien à la force qui agissoit sur la première; donc *la force attractive („perturbatrice") ne dépend que de la masse qui attire, et non pas de celle qui est attirée.*" — Man darf aber zunächst in einem solchen bestimmten Falle, wie der obige ist und wie wir einen solchen auch schon im eben citirten Art. Mondungleichheiten betrachtet haben, die Massen der beiden Systemskörper: hier der Sonne und des Planeten, als im gemeinschaftlichen Schwerpuncte vereiniget denken, von welchem dann, als dem gestörten Körper, das Voranstehende gilt, daß die dort vereinigte Masse dabei nicht weiter in Betracht kommt.

Freilich können ferner, da, der unbedingten Gegenseitigkeit wegen, jeder Körper auf jeden andern nach ganz gleichen Gesetzen wirkt, absolut genommen, in keinem Falle zwei Klassen von Körpern angenommen werden, welche dem Gegensatze „gestörter" und „störender" völlig entsprächen: sie sind alle Beides zugleich. Indeß ist diese Unterscheidung, wie man bei näherer Erwägung der Umstände auch leicht selbst einsieht, für unsere Berechnungs- und Betrachtungsweise gleichwohl unentbehrlich. Es werde z. B. der Lauf des Planeten Erde um die Sonne (als den Central- oder Hauptkörper des Systems) in Bezug auf die in Rede stehenden, durch die zugleich in jener Bewegung begriffenen übrigen Planeten verursachten „Perturbationen untersucht; so gibt hier die Erde den gestörten Körper ab, von dessen Masse, den Massen der störenden Planeten: Venus, Mars, Jupiter u. s. w., gegenüber, jetzt also abzusehen ist. Aber dieser nämliche Planet Erde kommt mit seiner Masse sogleich in Betracht, wenn nachher vielmehr von denjenigen Störungen die Rede wird, welche, zum andern Beispiele, der Lauf des Mars durch ihn, als den nunmehr seinerseits störenden, erleidet. — Es folgt hieraus, und zwar nicht bloß in Bezug auf den obigen Fall paralleler Anziehungen, sondern im bevorworteten weiteren Sinne, als ganz allgemeine Bedingung, daß bei den „Perturbationen" überhaupt nicht die Masse des gestörten, sondern lediglich der störenden Weltkörper zu beachten ist; diese Bedingung liegt demnach bei Verfolgung unserer Untersuchungen immer zu Grunde, und ich zeichne sie, als Antwort auf den erhobenen Zweifel, mehr aber noch in diesem allgemeineren Verstande, sogleich ganz besonders aus.

seinem Laufe um den Hauptplaneten Erde durch die Sonne nur deßhalb gestört, weil ihn diese etwas mehr oder minder als den letzteren anzieht; ja die Sonne wird zum gestörten Körper, wenn man die Differenz der Anziehungen betrachtet, mit denen die übrigen Planeten auf sie und einen bestimmten andern, rücksichtlich der Störungen, welche er dabei erleidet, zu untersuchenden Planeten wirken u. s. w.

Will man demnach die Perturbationen berechnen, welche eine solche fremdartige Anziehung namentlich auf einen, in Bewegung um die Sonne begriffenen Planeten hervorbringt, so muß man ermitteln, wie groß der störende Anziehungs-Einfluß auf die Sonne, und wie groß derselbe auf den Planeten ist; nur die Differenz gibt die „perturbirende" Kraft ab. Hätte eine solche Differenz wie gesagt, nicht Statt, d. h. also, träte der obige Fall gleicher Anziehung nach parallelen Richtungen ein, so führe der Planet, auseinandergesetztermaßen, fort, die nämliche Bahn wie vorher um die Sonne zu beschreiben: eine etwaige Ortsveränderung im Raume wäre, ohne daß eine Alteration ihrer Gegenseitigkeit die Folge davon seyn würde, beiden gemein; die heliocentrischen Längen, die Radien vectoren u. s. w. blieben die nämlichen, kurz, die Beobachtung (aus dem Centralpuncte der Bewegung) würde in diesem Falle keine Veränderung bemerken lassen.

Nach dieser sorgfältigen Begründung der beiden Fundamental-Sätze, daß in der Perturbations-Theorie nur die Differenz der Anziehungen und nur die Masse des störenden (nicht aber des gestörten) Weltkörpers in Betracht kommt, mache ich nun das Uebrige, soweit es in meinen Plan gehört, mit beständigem Bezug auf diese beiden Sätze, am besten durch ein schon oben versprochenes Beispiel deutlich, wozu wir wieder den um die Sonne, den Hauptkörper, laufenden Planeten Erde als gestörten („perturbirten"), die übrigen Planeten aber als störende („perturbirende") Gestirne wählen wollen. Hierbei wäre solchergestalt die Perturbation, welche ein jeder dieser letzteren für sich bewirkt, wie gesagt, successiv zu berechnen, und wir können uns deßhalb, da der Modus übrigens natürlich für sie alle derselbe bleibt, auf Einen, nehmen wir den Jupiter, beschränken. — Ich bevorworte bloß noch, daß die folgende Erörterung sich nur auf unsere erste Kathegorie: die periodischen Störungen, bezieht.

Es sey also, Fig. 3. der Tafel XI, S die Sonne, um die sich die Erde E und der störende Planet Jupiter P in wenig von der Kreisgestalt abweichenden, elliptischen Bahnen bewegen, welche Bahnen wir zur Erleichterung der Vorstellung zugleich als beide in der Ebene des Papiers liegend (als zusammenfallend,* wie es auch in der Wirklichkeit fast der Fall ist) voraussetzen. Die drei Körper sollen sich zuletzt in der geraden Linie SAB befunden haben, und die Erde soll seitdem bis E, Jupiter aber bis P vorgerückt seyn.

Jupiter zieht (wenn durch P zugleich seine Masse und durch EP die Entfernung bezeichnet wird) die Erde mit einer störenden Kraft (vergl. Gravitation, S. 699) $= \frac{P}{EP^2}$ nach sich,** welche Kraft linear durch EP selbst ausgedrückt seyn soll. Wird sodann EC mit SP und PC mit ES parallel gezogen, so

* Dieß heißt wir legen dem störenden Planeten Jupiter keine Breite, der Ebene seiner Bahn keinen Winkelabstand von (Erhebung über oder Senkung unter) der Ebene der Erdbahn (der Ekliptik) bei, woraus „Breiten störungen" entstehen würden, indeß wir uns hier auf „Längen störungen" beschränken. — Einer weiteren Erklärung hierüber wird es nicht bedürfen.

** Freilich zieht, um den oben allgemein geltend gemachten Grundsatz nun auf diesen speciellen Fall anzuwenden, auch die Erde, der gestörte Körper, den Jupiter, den störenden, umgekehrt, mit einer Kraft $\frac{E}{PE^2}$ an; aber letztere Anziehung kommt, wie gesagt, nur bei Betrachtung derjenigen Störung in Anschlag, welche vielmehr Jupiter von der Erde erleidet

entsteht das Parallelogramm* ECPS, dessen Diagonale jene EP abgibt, demgemäß die eben durch EP ausgedrückte („mittlere") Kraft in die beiden („äußern") Seitenkräfte ES und SP zerlegt werden kann, wodurch man also zuerst

$$EP : ES = \frac{P}{EP^2} : \frac{P.ES}{EP^3}$$

erhält, welche (der ES entsprechende, störende, auf die Erde wirkende) Kraft $\frac{P.ES}{EP^3}$ (vergl. d. Anmerk.), gerade zur Sonne gerichtet ist.

Gleichergestalt findet sich sodann

$$EP : SP = \frac{P}{EP^2} : \frac{P.SP}{EP^3};^{**}$$

und diese letztere Kraft wirkt dagegen in der Richtung des Radius vector SP, abwärts*** von der Sonne, auf die Erde. Allein dieselbe kann nicht ganz in Anschlag kommen, indem Jupiter nicht allein die Erde mit der (vergl. wieder d. Anmerk.) eben gefundenen Seitenkraft EC, von deren Wahl für SP wir gleich die Gründe sehen werden, sondern auch die Sonne in dieser Richtung SP (parallel mit EC) anzieht. Wären diese Anziehungen, außer parallel, auch gleich, so würde, unserem Satze gemäß, dadurch keine Veränderung in der Gegenseitigkeit von Sonne und Erde hervorgebracht werden; da letztere aber vom Jupiter, ihrer geringeren Entfernung wegen, stärker als die Sonne angezogen wird, so erhält sie dadurch ein Bestreben, sich von dieser zu entfernen, welches dem Unterschiede zwischen der, in dieser Richtung auf die Erde wirkenden Anziehung Jupiters, dem obigen $\frac{P.SP}{EP^3}$, und seiner Anziehung auf die Sonne (vergl. vorn) $\frac{P}{SP^2}$, also $= \frac{P.SP}{EP^3} - \frac{P}{SP^2} = P.\left(\frac{SP}{EP^3} - \frac{1}{SP^2}\right)$ ist; und dieser Ausdruck gibt also genauer die in der Richtung* EC, abwärts von der Sonne, störend auf die Erde wirkende Anziehungskraft Jupiters. Die solchergestalt in dieser Richtung EC thätige Störungskraft kann (und dieß ist der angedeutete Grund, weßhalb wir sie der übrigens parallelen Richtung SP substituirt haben) wiederum in die nach EF (parallel und = DC) und ED (parallel und = FC) gerichteten neuen Seitenkräfte zerlegt werden, deren erstere sich gegen SE senkrecht, die andere aber in der Richtung dieses Radius vector SE selbst findet. Der so entstehende, bei F rechtwinklige Triangel CFE gibt aber

$$1 : EC = \sin ECF : EF,$$

also $EF = EC . \sin ECF$, oder, da $ECF\,(ECP) = ESP$,**

$$EF = EC . \sin ESP,$$

und, wenn man für EC die dieser Richtung entsprechende obige Kraft

* Dieß ist nun das „Parallelogramm der Kräfte," wegen dessen praktischer Anwendung im betreffenden Art. hierher verwiesen ist, und dessen nähere Bekanntschaft ich bei den Lesern aus Ihren mechanischen Studien voraussetzen muß. Auch führt uns der besondere Art. Zerlegung der Kräfte darauf zurück.

** Dieß heißt, um der Vorstellung meiner Leser durch diese Wiederholung zu Hülfe zu kommen, gleichwie ich die Kraft $\frac{P}{SP^2}$ durch die Linie EP ausgedrückt habe, so muß nun umgekehrt der Linie SP diese Kraft $\frac{P.SP}{EP^3}$ entsprechen.

*** Die in der Richtung von E nach P wirkende („mittlere") Kraft ist zusammengesetzt aus der zur Sonne gerichteten („Seiten"-) Kraft ES, und der dagegen von der Sonne abwärts sollicitirenden (anderen „Seiten"-) Kraft SP (parallel mit EC). — Der nach P in der Richtung und mit der Kraft EP gezogene Erdkörper E beschriebe diese Diagonale, wenn ihn zwei äußere Kräfte ES nach S und SP (parallel EC) weg von S nach P zögen.

* EC bezeichnet die Richtung, aber nicht den absoluten Werth der betreffenden Kraft, worauf es nicht ankommt, da dieß EC, wie wir gleich finden werden, aus den Finalgleichungen doch wieder verschwunden ist.

** Die beiden Winkel ECP und ESP liegen sich im Parallelogramm ECPS gegenüber.

$P \cdot \left(\frac{SP}{EP^3} - \frac{1}{SP^2}\right)$ substituirt,

$$EF = P \cdot \left(\frac{SP}{EP^3} - \frac{1}{SP^2}\right) \cdot \sin ESP;$$

und dieß ist demnach die in dieser Richtung EF, welche der nach E gehend angenommenen Bewegungsrichtung des Planeten Erde entgegengesetzt ist, wirksame Perturbation des Jupiters auf ihn, wodurch, wie man sieht, die Erde (vergl. unten) hier in ihrer Laufbahn zurückgehalten wird, so daß sich ihre Bahngeschwindigkeit vermindert.

Die zweite der beiden neuen Seitenkräfte ED findet sich ganz in derselben Art durch die Gleichung

$$ED = P \cdot \left(\frac{SP}{EP^3} - \frac{1}{SP^2}\right) \cdot \sin ECD$$

ausgedrückt; und sie wirkt, im Gegensatze der oben gefundenen, nach der Sonne gerichteten:

$$ES = \frac{P \cdot ES}{EP^3},^*$$

von der Sonne abwärts, daher für die eigentliche Wirkung wiederum nur die Differenz in Betracht kommt, welche, indem sin ECD = dem cos des Complements ECF = cos ECP = cos ESP, demnach die Gestalt:

$$P\left[\frac{ES}{EP^3} - \left(\frac{SP}{EP^3} - \frac{1}{SP^2}\right)\cos ESP\right]$$

erhält; — und diese letztere, vermittelst der Perturbation des Jupiter auf die perturbirte Erde wirkende Kraft, schließlich, hat zur Folge, daß der gestörte Planet mehr zur Sonne hingetrieben, d. h. daß sein Radius vector hier verkürzt wird.

Ich habe sowohl für diesen, als für den obigen Fall der Anwendung der beiden Störungsausdrücke, das einschränkende Wort „hier" hinzugesetzt, weil sich diese Anwendung auf die in der Figur gewählte specielle Configuration der drei Körper (Sonne, Erde, Jupiter) bezog. Bei andern solchen Configurationen wird sich dieß Verhältniß natürlich ändern; man gibt schon mit bloßem Nachdenken über das Sachverhältniß zu, daß Jupiter z. B. in eine solche Stellung zur Sonne und zur Erde kommen kann, wo sich sein perturbirender Anziehungseinfluß auf die letztere mit der Gravitation gegen die erstere vereinigen wird, um, statt der obigen Verminderung, vielmehr eine Beschleunigung der Bewegung zu bewirken. Näher zeigt aber die Betrachtung der beiden Formel-Ausdrücke selbst, wie sehr der Erfolg in beiden Fällen von der Configuration abhängt, denn beide Ausdrücke sind, wie man sieht, Functionen des Sinus und Cosinus des Winkels an der Sonne, ESP (der Commutation, vergl. d. A.), d. h. des gegenseitigen heliocentrischen Abstandes beider Planeten (des störenden und gestörten), also der „Configuration" aller drei Körper, welcher Sinus von 0 (bei der Opposition oder — oberen — Conjunction) an bis 1 (in den Quadraturen) wachsen und auch wieder bis 0 abnehmen kann. Man sieht zugleich, daß diese Perturbation, wie oben bevorwortet worden, eben wegen ihrer Abhängigkeit von der „Configuration," und der dadurch bedingten Wiederkehr nach kürzeren Perioden, wie ich den Charakter der „periodischen Störungen" solchergestalt vorn bezeichnet habe, zu der angegebenen ersten Perturbations-Kategorie gehört; — zur zweiten: den säcularen Störungen, wird mich der Verfolg unserer Untersuchungen führen.*

* Ich erinnere nochmals daran, daß diese Gleichung nur sagen will, die Kraft $\frac{P \cdot ES}{EP^3}$ könne gleich sehr auch durch die Seite ES des betreffenden Parallelogramms ausgedrückt werden.

* Ich habe schon oben bevorwortet, daß ich die hier betrachtete Störung des Erdlaufes durch den Jupiter nur als Einen Fall ähnlicher Einflüsse Seitens aller übrigen Systemgestirne darauf ausgehebe; indeß beschränkt man sich dabei außerdem doch gewöhnlich nur noch auf Venus und Mars, als die der Erde näheren. Selbst der vereinigte Störungs-Einfluß dieser drei Planeten beträgt aber selten mehr als einige, höchstens 30 Secunden Unterschied gegen denjenigen heliocentrischen Bahnort der Erde, welchen dieselbe nach Kepler's reiner elliptischer Theorie einnehmen würde (Pon-

Außer der, also für jede Configuration anzugebenden bestimmten Zahlengröße des in unsern Formeln auftretenden Sinus der Commutation muß, wenn dieselben numerisch ausgedrückt werden sollen, auch die ferner darin vorkommende Masse des Jupiter (P), seine jedesmalige Entfernung von der Sonne (SP), und der Erde (EP), gleichwie der letzteren von jener (ES) solchergestalt bestimmt werden, wobei man sich auf gewisse Einheiten, welche hiernächst der ganzen Rechnung zu Grunde liegen, bezieht. Zur Einheit der Masse nimmt man die Masse der Sonne, wonächst die Masse des Jupiter (vergl. d. Art. S. 827.) $= {}^1/_{1048}$ kommt; als Maß der jedesmaligen Entfernungen, wie sie sich auf den nicht weniger veränderlichen Winkel ESP beziehen, dient aber die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne, welche wir (vergl. d. A.) = 20600000 geographischen Meilen setzen, woraus die mittlere Entfernung Jupiters von der Sonne = 107000000 Meilen (etwann das 5fache der Entfernung der Erde von der Sonne) folgt.*

Auf diese Art können wir demnach die Größe der perturbirenden Kräfte für einen gewissen Moment allerdings angeben; allein dadurch ist in der Sache selbst noch wenig gewonnen, indem man, da es sich (vergl. vorn) hierbei eigentlich doch um Nichts, als um die Ortsveränderung in der Bahn (Abweichung von der Bahn) handelt, welche der gestörte Planet durch den Einfluß des störenden auf ihn erlitten hat, vielmehr ausmitteln muß, welche Wirkung durch die immer fort thätige und noch obendrein dabei auch selbst immer wieder veränderliche Perturbation während einer Summe von Momenten (während einer bestimmten längeren Zeit) hierin hervorgebracht hat, und wieviel diese Ortsveränderung in Minuten, Secunden, wonach die Bahnorte in den astronomischen Tafeln angesetzt sind, beträgt. Diese fernere und sehr schwierige Ermittlung führt nun erst recht in das Geheimniß des vorläufig schon oben erwähnten „Problems der drei Körper“ (vergl. auch den schon citirten besondern Art.), worauf ich hier zurückkommen wollte, das heißt,* zur allge-

écoutant, in der citirten „Théorie.“ I. 167.: „Une force principale, la gravitation vers le Soleil, anime les planètes; et l'action des forces secondaires [des *perturbations*] est si petite par rapport à cette force principale, qu'elle ne cause dans la marche planétaire, que de *très legères irrégularités*.“); ja sie können durch Compensation (s. außerdem unsere beiden Formeln) auch = 0 werden. — Man vergleicht die, schon Eingangs mit Verweisung hierher erwähnten Aenderungen, die die elliptische Bahngestalt eines Planeten mittelst dieser Störungen erleidet (ich komme hinten nochmals hierauf zurück), sehr glücklich mit den Abweichungen vom genauen Kreise, welche ein die Erdkugel durch Fluthenberge umsegelndes Schiff erfährt, und deren Höhe gegen den Erdumfang eben so wenig, als jene Störungsbeträge gegen den Umfang der Ellipse in Betracht kommen.

** Der Bezug auf diese Einheiten zeigt sogleich, daß die Gravitation der Erde gegen den Jupiter nur etwann ${}^1/_{25000}$ ihrer Gravitation gegen die Sonne beträgt: die Masse der Sonne = 1 bewirkt nämlich in der Entfernung der Sonne = 1 eine Anziehung von $\frac{1}{1^2} = 1$; und die Masse des Jupiter = etwann ${}^1/_{1000}$, in der fünffachen Entfernung also eine solche Anziehung von, wie gesagt, $\frac{{}^1/_{1000}}{5^2} = {}^1/_{25000}$; die Anziehungen überhaupt verhalten sich geradehin wie die Quotienten der Massen durch die Quadrate der Entfernungen; in der bestimmten Richtung des Radius vector aber (nach der Zerlegung) vielmehr umgekehrt wie die Cubi der Entfernungen (vergl. oben und Ebbe und Fluth, S. 261, wo auch schon Anwendung von dem letzteren Satze gemacht ist.)

* Ich will den Begriff hier in einer Anmerkung erst kürzer geben, und darauf sodann die obige detaillirtere Erklärung folgen lassen. Das „Problem (die Aufgabe) von den drei Körpern“ also untersucht die Gesetze, nach denen sich

meinſten Beantwortung der Frage nach dem allaugenblicklichen Orte eines (Haupt- oder Neben-) Planeten, welcher bei bekannten Entfernungen und Maſſenverhältniſſen nach dem gegebenen Gravitationsgeſetze zugleich mit einem, gemäß dieſem Geſetze, ſtörend auf ſeine Bewegung und die Geſtalt ſeiner dabei zurückzulegenden Bahn* einwirkenden zweiten Planeten den beide anziehenden und umgekehrt von beiden angezogenen Centralkörper des Syſtems (die Sonne) umläuft.** — Auf dieſe Unterſuchung ſelbſt, über welche hinten nur noch hiſtoriſche und literariſche Notizen vorkommen, kann ich mich jedoch, da ſie, wie ſchon aus der eben angedeuteten Nothwendigkeit der „Summirung von Moment-Einflüſſen“ hervorgeht (vergl. d. folgende Anmerk.), Integral-Rechnung erfordert, hier nicht weiter als bloß andeutungsweiſe einlaſſen; ein ſchönes Beiſpiel der Anwendung gerade auf unſern Fall: „Calcul des inégalités que la *Terre* éprouve par *l'attraction de Jupiter*“ gibt Lalande „Astronomie.“ §. 3485.* Schon vermittelſt der daſelbſt gezeigten Methoden, welche aber ſpäter namentlich durch Lagrange, auf deſſen Verfahren ich unten zurückkomme, überaus vervollkommnet worden ſind, iſt es indeß möglich geworden, den Betrag der Störungen, die jeder Planet von jedem andern erleidet, in den aſtronomiſchen Tafeln unter einer ſolchen Form

drei gegenſeitig gravitirende Körper bewegen, wenn entweder zwei von ihnen (Planeten) um den dritten (die Sonne), oder einer von ihnen um den zweiten (namentlich unſer Mond um die Erde), und dieſe beiden zugleich um den dritten (wieder die Sonne) laufen. — Den beſondern Fall der ſich unter einander auch wieder ſtörenden Jupitersmonde muß man hier einbegreifen.

* „Geſtörte Bahn“? Man verſinnliche ſich, wie ich erſt nunmehr mit Bezug auf die obige Definition und das Folgende beſtimmter hervorheben kann, die Wirkung des ſtörenden auf den Lauf des geſtörten Planeten in ſeiner Bahn, ſo wird man im Allgemeinen gleich einſehen, daß neben dem geſtörten Laufe, beſtändige, wie ich vorn ſage, „Ausbiegungen aus derſelben,“ alſo Veränderungen (Störungen) der Geſtalt der Bahn ſelbſt (Auseinanderziehungen oder Verengerungen) die Folge jener Wirkung (Perturbation) ſeyn müſſen, auf welche Ausbiegungen ich nun eben unten auch beſonders zurückkommen muß.

** Bohnenberger „Aſtronomie“ (Tübingen. 1811. gr. 8. S. 504.), mit andern Worten: „Die Aufgabe, die relative Bahn eines von drei Weltkörpern um einen der beiden andern, mit Rückſicht auf die gegenſeitige Gravitation, zu beſtimmen (die — vergl. unten — die reine elliptiſche Bahn oscilirende Ellipſe anzugeben), heißt das Problem der drei Körper. — Ich ſchmeichele mir, den Begriff oben noch beſtimmter gefaßt zu haben, komme auch außerdem ſpäter wiederholt darauf zurück.

* Ich habe wegen der Nothwendigkeit der Anwendung der „Integral-Rechnung“ dabei, hierher verwieſen. Lalande, l. c., „L'action de *Jupiter* sur la *Terre*, en un moment infiniment petit la fera (vergl. vorn) *sortir de son orbite* d'une quantité infiniment petite (was ich eben mit dem Ausdrucke „Ausbiegungen“ bezeichnet habe); mais cette quantité infiniment petite, exprimée d'une manière générale par son rapport avec l'élément du temps, nous fera trouver, par le moyen, du *calcul intégral*, *le déplacement total qui en devra résulter pour un temps fini*; comme nous trouvons la longueur entière d'une courbe par rapport à son ordonnée au moyen d'une particule infiniment petite, pourvu que celle-ci soit exprimée d'une manière générale par l'équation de la courbe.“ — Ich glaube, daß man den Geiſt des Verfahrens nicht beſſer charakteriſiren kann; und wen der Begriff des „Unendlich-Kleinen“ dabei nicht befriedigen ſollte, dem empfehle ich nur die Vergleichung von Nürnberger's „Theorie des Infinitesimal-Calculus.“ Berlin, Maurer, 1812. gr. 4., wo die wahre Bedeutung dieſer Ausdrucksweiſe treffend aufgeklärt iſt.

anzusetzen, daß man denselben den „reinen“ elliptischen Längen in der Bahn, denen er zur Seite steht, für jeden bestimmten Zeitpunct als eine Correction nur gleich hinzuzurechnen (mit seinem + oder — Zeichen beizufügen) braucht, um sodann den entsprechenden, durch den Miteinfluß der Perturbationen modificirten wirklichen heliocentrischen Himmelsort* des betreffenden Planeten zu erhalten. So finden meine Leser in den, den Tafeln gewöhnlich beigegebenen figurirten Beispielen, um Schritt für Schritt zu verfahren, 1) der Kepler'schen Planetentheorie (s. Kepler's Problem) gemäß, die mittlere Anomalie des in Rede stehenden Planeten für den geforderten Zeitpunct angesetzt; darunter ist 2) die Gleichung der Bahn bemerkt, durch deren Hinzurechnung 3) die wahre Anomalie, und aus dieser durch Beifügung der 4) Länge des Aphelium's (oder Periheliums, von wo an man nun rechnen will) 5) die „wahre“ (heliocentrische) Länge in der Bahn kommt; und nunmehr folgen die zuweilen mit A, B, C* u. s. w. bezeichneten Störungs-Correctionen, welche dieser letzteren Länge entsprechen, und durch deren schließliche Hinzufügung mit ihren Zeichen sich also erst die 6) eigentliche (heliocentrische) Länge des Planeten in der (wie gesagt, auf die Innerfläche der scheinbaren Himmels-Hohlkugel bezogenen) Bahn** ergibt. —

Diese solchergestalt hier näher aufgeklärten „Perturbationen“ gehören nun aber, als offenbar von den „Configurationen“ abhängige, bevorworteter-maßen, immer erst noch zu der von uns also bezeichneten ersten Kategorie: den periodischen; und ich habe, unserer obigen Disposition gemäß, jetzt ferner über die zweite Kategorie: die säcularen Perturbationen, besonders

* Ich möchte den allerdings schwierigen Gegenstand gar zu gern so deutlich, als irgend möglich, machen. Versinnlichen wir uns also einen, den Centralkörper in elliptischer Bahn im Raume umlaufenden, durch ein zweites Gestirn perturbirten Planeten. Lalande, nach dem Princip des „Problems der drei Körper,“ stellt in der voraufgehenden Anmerkung jede allaugenblickliche Perturbation als ein dadurch verursachtes „kleines Ausbiegen“ des gestörten Planeten aus seiner Bahn-Ellipse dar; da der Beobachter aber diese Bahn aus dem Raume an die Innerfläche der scheinbaren Himmelshohlkugel, an welcher er die Längen zählt, versetzt: so muß einem jeden solchen, wie gesagt, im Raume vorgehenden Ausbiegen aus der Bahn-Ellipse (einer jeden „sortie de l'orbite,“ um mit Lalande zu reden) am Himmel eine Orts-, eine „Längen“-Veränderung (ein „Differential“ der Länge) für den Planeten entsprechen; und die Summe dieser Veränderungen (das „Integral“) bis zu dem Zeitpuncte, für welchen man die wahre (die Wirkung der Perturbation einbegreifende) Länge (in der Bahn) sucht, ist die oben erwähnte, der nach der reinen elliptischen Theorie gegebenen Länge hinzuzusetzende „Perturbations-Correction.“ — Diese Auseinandersetzung klärt die Behandlung der Frage unter dem Gesichtspuncte der analytischen Methode des „Problems der drei Körper“ vollkommen auf; und ich habe nur mit Bezug auf das vorn groß gedruckte Wort „jede“ noch zu bemerken, daß ich mir, wie auch die gleich Eingangs gegebene Definition bedingt, nicht weniger einen Perturbations-Einfluß auf den perturbirten Planeten (eine Alteration seiner Geschwindigkeit) ohne Ausbiegen aus der eigentlichen Bahn-Ellipse denken darf, welche der Integral-Calculus aber als ein weiter nicht verschiedenes Differential betrachtet, um den ganzen Erfolg durch ein gleiches Verfahren angeben zu können.

* Zuweilen bezeichnet ein solcher Buchstabe auch gleich die Summe der Perturbationen zweier Planeten.

** Wohl zu merken, nur erst in der Bahn; — wegen der Fortsetzung der Operationen, um aus diesem „Bahnorte“ des Planeten den auf die Ekliptik reducirten heliocentrischen, und hieraus endlich den vom irdischen Astronomen schließlich doch eigentlich verlangten geocentrischen Planetenort gleich in gerader Aufsteigung und Abweichung zu haben, verweise ich auf die beiden Artikel Heliocentrisch und Geocentrisch.

zu handeln. Angedeutet sind dieselben als stätige, oder doch auf überaus lange Zeiträume ausgedehnte Veränderungen der Elemente der Planetenbahnen freilich schon in den, diese „Elemente" betreffenden eigenen Artikeln, z. B. in Apsiden, in Excentricität, S. 406 u. s. w.; und ich kann daher, mit Bezug darauf, also gleich bestimmter zu ihrer Betrachtung vorschreiten, und will dabei nach einigen Zwischenbemerkungen besonders nur die eben genannten „Apsiden" im Auge behalten.* Die unmittelbare Beobachtung nach der l. c. entwickelten Methode zeigte nämlich, und man fand also, wie ich vorn sage, zunächst „*a posteriori*," daß die Apsidenlinien (großen Axen) aller Planetenbahnen einer solchen „stätigen Veränderung," einem (vergl. unten, im Ganzen) beständigen Fortrücken nach der Folge der Zeichen unterworfen sind. Die bloße Erwägung der Umstände wies aber alsbald darauf hin, daß dieß das Resultat eines Perturbations-Einflusses sey; denn da alle Planeten in dieser selbigen Richtung „nach der Folge der Zeichen" die Sonne umlaufen, so muß die perturbirende Tendenz der Massensumme aller übrigen auf jeden einzelnen nothwendig die seyn, die große Axe seiner Bahn in gleicher Folge (der Zeichen) nach sich (fort) zu ziehen; dieß geben meine Leser ohne weiteres zu; — und indem man also den Vergleich zwischen der Größe jeder solchen Fortrückung der Apsidenlinie eines bestimmten Planeten und der bei dieser Perturbation somit thätigen Massensumme der übrigen machte, ließ sich ein Gesetz der Störung finden und auf den Betrag der weiteren Fortrückung anwenden. In ähnlicher Art konnte man, wie ich also auch erst noch bevorworte, ferner hinsichtlich der schon erwähnten Excentricität, der Neigung, der Knoten u. s. w.,* bei welchen übrigen Elementen allen, solche stätige Veränderungen („säculare Perturbationen") nicht weniger bemerkt (zunächst unmittelbar beobachtet) würden, zu Werke gehen;** und es ergab sich dabei, theils durch Beziehung auf die ältesten Beobachtungen, theils durch die Rechnung, der höchst wichtige und deßhalb schon vorn, noch mehr aber im Art. Himmelsmechanik so sehr sorgfältig hervorgehobene Umstand, daß, mit einziger Ausnahme jener Fortrückung der Apsidenlinien (worauf ich eben gleich besonders zurückkomme), die sämmtlichen andern (säcularen) Perturbationen zwar Zeiträume oft von Jahrtausenden umfassen, aber doch immer in gewisse Zeitgrenzen eingeschlossen sind,*** dergestalt, daß, wenn die Perturbation, nach Maßgabe der gegenseitigen allgemeinsten Beziehungen zwischen dem perturbirten und den per-

* Auf andere Perturbations-Einflüsse, welche die Leser gewöhnlich unter dieser Rubrik abgehandelt finden, führen mich die betreffenden besonderen Artikel: wegen des Rückganges der Knoten s. Knoten, S. 920, gleichwie Vorrücken der Nachtgleichen, und Wanken der Erdaxe; und über „Mondungleichheiten" ist ebenfalls im eigenen Vortrage ausführlicher gehandelt.

* Auch die Veränderungen, namentlich in der Schiefe der Ekliptik, gleichwie das Vorrücken der Nachtgleichen, obwohl dieselben nicht zu den „Elementen" zu zählen sind, gehören, wie ich wiederholt bevorworte, eigentlich hierher; ich handle darüber aber, wie gesagt, lieber besonders in den genannten eigenen Artikeln, wohin ich also dieserwegen verweise.

** Ich verwahre mich wohl, nur den Geist des Verfahrens, und zwar ganz allgemein anzudeuten; die Verfolgung der speciellen unermeßlichen Rechnungen selbst, als die Aufgabe für ein ganzes Leben, namentlich bei Laplace in der viel citirten „Mécanique céleste."

*** Die analytischen Ausdrücke für diese übrigen säcularen Perturbationen bestätigen, wie ich vorbereitend bemerken muß, diesen Umstand, indem sie sämmtlich nur trigonometrische, also auch nur bis auf eine gewisse Grenze zunehmende Functionen enthalten, wogegen sich in dem Ausdrucke für das Fortrücken der Apsidenlinien (vergl. unten) wirklich ein der Zeit proportionales Glied findet.

turbirenden Weltkörpern, z. B. auch ein ganzes Jahrtausend in einem gewissen Sinne (setzen wir der Verringerung des betreffenden Elements, etwann der „Excentricität") gewirkt hat, im folgenden Jahrtausend dagegen zugleich mit der Veränderung der angedeuteten Beziehungen die perturbirende Wirkung nun vielmehr im entgegengesetzten (im „vergrößernden") Sinne eintritt, welchergestalt also eine beständige Rückkehr zu einem mittleren Zustande, eine bloße „Oscillation"* um diesen mittleren Zustand, Statt findet. — Zwei rechnend weiter ausgeführte Beispiele solcher, zwischen sehr weit von einander entfernten Zeitgränzen eingeschlossenen säcularen Perturbationen habe ich in Himmelsmechanik, S. 779, an der großen gegenseitigen Lauf-Beschleunigung und nachherigen Verlangsamung des Jupiter und Saturn,** und in Mond-Ungleichheiten, S. 193, an der noch jetzt fortdauernden Beschleunigung der mittleren Dauer des Mond-Umlaufes gegeben, wohin ich verweisen muß, da ich die ganze dortige Darstellung, auf welche ich hier, wie gesagt, nur als auf eine Zwischenbemerkung zurückgekommen bin, nicht nochmals wiederholen kann, die Vergleichung aber zur Erweiterung der Ansicht von der Sache doch beitragen dürfte. Hier habe ich mich dagegen, bevorwortetermaßen, nur noch näher über die oben bloß erst angedeutete „säculare Perturbation" des (im Ganzen) steten Fortrückens der Apsidenlinien aller Planetenbahnen nach der Ordnung der Zeichen zu äußern. Zwar ist diese Bewegung, wie ich, um einem Mißverständnisse vorzubeugen, zuerst hervorheben muß, nicht zu allen einzelnen Zeiten direct; es können, wie man beim Nachdenken über den oben angeführten Grund des Vorganges auch leicht selbst einsieht, Jahre, ja Reihen von Jahren vorkommen, binnen welcher, statt des Vorrückens, sogar ein einstweiliger Stillstand oder gar Rückgang* eintritt; aber „im Ganzen," wie ich deßhalb auch vorn sage, überwiegt die directe Bewegung gleichwohl immer. Dieß lehrt auch der, deßwegen mit Verweisung hierher schon kurz vorher erwähnte analytische Ausdruck für diese Perturbation, welcher ein der Zeit proportionales (also, gleich ihr, immerdar wachsendes) Glied enthält, wogegen in den Ausdrücken für die übrigen „säcularen Perturbationen" bloß die Sinus (oder Cosinus) von Winkeln vorkommen, welche sich nur von 0 bis + 1, dann wieder bis 0, hiernächst bis — 1, und letztlich abermals bis 0 verändern können, demgemäß also schon dadurch die Beschränkung dieser letzteren säcularen Perturbationen auf ein bloß längeres periodisches Hin- und Herschwanken bedingt ist, und jenes Vorrücken der Apsiden somit als alleinige eigentliche „Säcular-Perturbation"** übrig bleibt.

* Pontécoulant, in der nicht weniger oft citirten Théorie analytique du Système du monde. I. XVI. (vgl. Gravitation, S. 720.): „Ce sont les *oscillations du pendule de l'eternité*, qui bat des siècles, comme les nôtres battent les secondes! — Erhabenes Gleichniß!

** Ich habe zwar im Art. Jupiter, S. 825, dieser sogenannten „großen Ungleichheit" wegen, noch besonders hierher verwiesen, finde aber bei näherer Betrachtung, daß die darüber l. c. gegebenen Aufklärungen für unsere Zwecke wirklich vollkommen genügen.

* So finden die Leser, welches Sie ohne diese Bewerkung befremden könnte, in Ihren Tafeln für jetzt die Bewegung der großen Axe der Venusbahn mit dem — Zeichen, also retrograd; in späteren Zeiten wird sich dieser periodische Rückgang aber doch wieder in das überwiegende „säculare Fortrücken" verwandeln.

** So drückt sich die Himmelsmechanik wenigstens gewöhnlich aus; ich habe indeß schon im Art. Gravitation, S. 720. darauf aufmerksam gemacht, daß nach Durchlaufung der vollen 360° um den Kraftpunct des Systems durch die Apsidenlinie, der ursprüngliche Zustand doch ebenfalls wiederkehre; und daß demgemäß auch für diese Ungleichheit eine Grenze gegeben sey. — Der besondere Artikel „Säculare Aenderungen" führt mich hierauf zurück.

Man könnte aus diesem ihrem Charakter der im Ganzen also vollkommenen Stätigkeit, Besorgnisse für das gleich Eingangs damit in Verbindung gebrachte „Stabilitäts-Princip" des Weltsystems herleiten wollen; allein glücklicherweise hat auch, und zwar eben nur bei diesem einzigen Elemente: der Richtung der großen Bahnaxe, ein beständiger Fortgang auf jenes Princip der Systemsdauer keinerlei wesentlichen Einfluß, da die gedachte Richtung in Beziehung auf den Lauf um die Sonne offenbar und um so mehr gleichgültig ist, als die Planetenbahnen wenig vom Kreise abweichen, in welcher Curve jeder Durchmesser „große Axe" abgäbe, und in welcher also von einer Veränderung der Lage dieser letzteren erst gar nicht einmal die Rede wäre.

Dieß würde über den hier betrachteten Gegenstand in der plangemäßen Beschränkung unseres Werkes vielleicht hinreichen; indeß habe ich im eben citirten Art. Gravitation, l. c., auch noch die Beibringung der Erklärungen von Lagrange darüber zugesichert, zu deren vollkommener Verständniß jedoch die voraufgehenden Entwicklungen als unentbehrlich zu erachten seyn werden, so daß ich keine andere Anordnung habe befolgen können und erst jetzt mit jener Emendation hervortreten kann.

Nach der, wenn man von den analytischen Schwierigkeiten (des ganz anders geordneten Vortrages) absieht, sehr klaren Darstellung dieses Französischen Geometers (biographische Notizen über ihn in Gravitation, S. 719.) läßt sich aber (Mém. de la classe des sciences mathématiq. de l'Institut de France." Jahrg. 1808. S. 1—10.) die ganze Untersuchung in folgende Uebersicht bringen.

Die Bewegung eines nur allein von der Sonne (als Centralkörper des Systems) angezogenen Haupt-Planeten (gleichwie nicht weniger eines von seinem Hauptplaneten in derselben Art angezogenen Nebenplaneten) wird durch drei Differentialgleichungen des zweiten Grades* ausgedrückt, bei deren leicht ausführbarer (successiver) Integration also (2.3=) sechs Constanten in die Rechnung kommen, welche entweder die sechs

* Denjenigen, welche sich in das von mir, wie gesagt, auszuschließende ganze Detail dieser Untersuchung vertiefen wollen, weiß ich keinen bessern Führer, als abermals Pontécoulant: „Théorie analytique du système du monde." I. S. 192, 240, 305 und 330 zu empfehlen; für leichter befriedigte und doch nicht durchaus uneingeweihete Leser will ich indeß versuchen, wenigstens eine Andeutung über den wahren Sinn der obigen Anführung zu gewähren. — Die drei in Rede stehenden, auf den noch vorliegenden Fall alleiniger Sonnen-Anziehung bezüglichen Gleichungen sind nämlich:

$$\frac{d^2x}{dt^2}+\frac{\mu x}{r^3}=0,\quad \frac{d^2y}{dt^2}+\frac{\mu y}{r^3}=0,$$

$$\frac{d^2z}{dt^2}+\frac{\mu z}{r^3}=0,$$

wo x, y, z die drei rechtwinkligen Coordinaten bezeichnen, welche die Stellung des betrachteten Planeten im Raume (in seiner Bahn) zur Sonne angeben, μ = der Masse der Sonne und dieses von ihr angezogenen Planeten (wenn man nicht letztere, als gegen erstere unbedeutend, vernachlässigen will) und $r=\sqrt{x^2+y^2+z^2}$ ist: sie können als Functionen der Zeit (t) ausgedrückt werden, indem man sie auf Länge, Breite und Entfernung von der der Sonne, und eben auf die, diesen drei Bestimmungen entsprechende Zeit (den Moment) bezieht; und sie sind, unter dieser Einschränkung auf die bevorwortete alleinige Sonnen-Anziehung, allgemein integrirbar (denn man erhält, indem man z. B. $\frac{\mu x}{r^3}$ als eine Function der Zeit = ft betrachtet, d^2x alsbald = ft . dt^2, auf welche Gleichung demnach die doppelte, aus d^2x erst dx, und aus dx dann x gebende Integration anzuwenden ist).

Wird aber, außer der Sonne, zugleich ein dritter (ein „perturbirender") Körper (ein anderer Planet) mit seiner Anziehung auf jenen ersteren in Betracht gezogen, so kommt, statt 0, in den obigen drei Gleichungen respect. $\frac{dR}{dx}$, $\frac{dR}{dy}$ und $\frac{dR}{dz}$, wo R

Elemente der Bahn und der Bewegung des Planeten selbst, oder Functionen derselben sind. Nimmt man aber dabei zugleich auf die („perturbirende") Anziehung eines dritten Körpers (Planeten) Rücksicht, so erhalten jene drei Differentialgleichungen durch die deßhalb hinzutretenden Glieder eine Form, in welcher sie allgemein nicht mehr integrirbar sind;* jene hinzutretenden Glieder zeigen sich jedoch, indem sie nur die Masse (und Entfernung, Stellung in Bezug auf die Sonne) des (störenden) dritten Körpers oder vielmehr nur die sehr kleine Zahl betreffen, welche das Verhältniß dieser Masse zur weit überwiegenden Sonnenmasse ausdrückt, ebenfalls sehr klein („Une force principale — l'attraction du soleil — wie ich Pontécoulant in diesem Bezuge nach Lagrange schon oben sagen lasse, „anime les planètes, et l'action des forces secondaires — des perturbations — est si petite par rapport à l'autre, qu'elle n'exerce qu'une *légère* influence");** eine Function der Masse des perturbirenden Planeten und seiner Stellung zur Sonne und zum perturbirten bedeutet; und bei dieser Ausdehnung (als „Problem der drei Körper") ist die Integration der also entstehenden Differentialgleichungen (vgl. hinten) nicht mehr allgemein auszuführen.

Dieß könnte hinreichen; für noch gelehrtere Leser, welche mir bei der obigen Forderung von kt eine „petitio principii" vorwerfen wollten, füge ich indeß außerdem nachstehende Erläuterung hinzu:

Wenn man die Ebene der x y mit der Ekliptik, die Axe der x mit der Linie der Nachtgleichen zusammenfallen läßt, und überdieß

$$n = \frac{\sqrt{\mu}}{a^{3/2}},\quad p = a(1-e^2),\quad nt + \varepsilon = u - e\sin u,$$

$$\tan g\,{}^1/_2(v-\omega) = \sqrt{\frac{1+e}{1-e}}\,\tan g\,{}^1/_2 u,$$

$$r = \frac{p}{1 + e\cos(v-\omega)}$$

setzt, so wird:

$$x = r(\cos v\cos\alpha - \sin v\sin\alpha\cos\varphi),$$
$$y = r(\cos v\sin\alpha + \sin v\cos\alpha\cos\varphi),$$
$$z = r\sin v\sin\varphi.$$

Die 6 Constanten sind hier α, ε, e, ω, α, φ, und deren astronomische Bedeutung folgende:

- α halbe große Axe des bewegten Planeten,
- ε Epoche für $t = o$,
- e Excentricität der Ellipse,
- ω Länge des Perihelium's,
- α Länge des aufsteigenden Knotens,
- φ Neigung der Bahn.

Ferner bedeutet:

- n die mittlere tägliche siderische Bewegung,
- p halber Parameter,
- u excentrische Anomalie, gezählt vom Perihel an,
- $v - \omega$ wahre Anomalie, gezählt vom Perihel an,
- r Radius vector.

Vorstehendes mag hier jedoch nur als eine, durch die Wichtigkeit des Gegenstandes entschuldigte Ausnahme von der Regel Platz finden, wie ich denn diese, obwohl oben als Andeutung bevorwortete, so Plan-widrige analytische Abschweifung deßwegen auch überhaupt in eine Anmerkung verwiesen habe.

* Das „Problem der drei Körper" läßt, wie gesagt, beim heutigen Zustande der Analysis eine allgemeine Solution noch nicht zu.

** Wir hatten eben bei Beschränkung auf die bloße Sonnen-Anziehung für die planetarische Bewegung in der Bahn-Ellipse die drei Gleichungen

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{\mu x}{r^3} = 0,\quad \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{\mu y}{r^3} = 0,$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} + \frac{\mu z}{r^3} = 0,$$ bei Ausdehnung auf die Perturbation dagegen

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{\mu x}{r^3} = \frac{dR}{dx},\quad \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{\mu y}{r^3} = \frac{dR}{dy},\quad \frac{d^2z}{dt^2} + \frac{\mu z}{r^3} = \frac{dR}{dz}$$

gefunden, wo R, wie gesagt, eine Function der Masse des perturbirenden Weltkörpers ausdrückt, demnach

und man erhält daher, wenn man die Integration so ausführt, wie es bei Weglassung der hinzugetretenen Glieder geschehen müßte, statt der obigen Constanten, bloß andere, welche einen kleinen veränderlichen Theil enthalten, dessen Bestimmung von den gedachten, wie gesagt, nur der Perturbation wegen hinzugetretenen Gliedern abhängt. Den Werth dieses veränderlichen Theils kann man durch Näherung finden; und gleichwie die bei der obigen ersteren Annahme bloßer Sonnenwirkung ermittelten sechs Constanten unveränderliche Elemente der elliptischen Bahn und der Bewegung in derselben waren, so gelangt man also bei der nunmehrigen Mitbeziehung auf den Perturbations-Einfluß vielmehr nur zu veränderlichen Elementen, d. h. man findet eine, die (wofern ich so sagen darf, „Kepler'sche" oder) „reine" elliptische Bahn für jeden Zeitpunct, wie ich mich mit Verweisung hierher schon vorn ausgedrückt habe, bloß „osculirende" Ellipse, und deren Elemente demnach von denen der vorigen um etwas (weniges) verschieden sind. — Diese Veränderungen der elliptischen Elemente durch den perturbirenden Einfluß anderer Planeten auf einen perturbirten sind nun aber ferner theils periodische, indem sie nämlich (vergl. oben) von der Configuration der Planeten selbst oder der gegenseitigen Lage der großen Axen, Knotenlinien u. s. w. abhangen, und daher bei der Wiederkehr derselben auch wiederkehren; oder aber sie sind säculare in der oben so besonders ausführlich erklärten Bedeutung, daß ich auf sie hier nicht nochmals zurückzukommen brauche. — So weit Lagrange; ich darf nach dieser doppelten Betrachtung unter seinem und unserem Eingangs gewählten Gesichtspuncte den Gegenstand selbst für meinen Zweck als erschöpft ansehen, und habe daher nur noch die bevorworteten historischen und literarischen Notizen hinzuzufügen, welche sich hier bequem in Eine Darstellung vereinigen lassen werden.

Schon die ältesten Astronomen haben aber den Lauf der Himmelskörper, namentlich des Mondes, an welchem Gestirne sich der Perturbations-Einfluß, angeführtermaßen, ganz besonders auffallend veroffenbart, sehr „unregelmäßig"* gefunden, und für diese sämmtlichen scheinbaren Unregelmäßigkeiten (d. h. so weit sich dieselben gleich sehr wegen der Unkenntniß der Copernikanischen Weltordnung und des Gravitationsgesetzes als solche darstellen mußten) mit dem (vgl. Excentrischer Kreis, S. 409.) allgemeinen Namen der Ungleichheiten belegt, welcher, dieser Gewohnheit gemäß, auch noch von uns im Art. Mond „Ungleichheiten" beibehalten worden ist. Der größere Theil dieser sogenannten Unregelmäßigkeiten, „Ungleichheiten," und die man also hinsichtlich ihrer Ursache früher noch nicht zu trennen wußte, verschwand vor dem Lichte, welches Copernikus (s. Weltsystem) in der Astronomie anzündete; und die übrig bleibenden Unerklärbarkeiten wichen sodann bei Newton's Entdeckung des wahren Gesetzes der Gravitation (vergl. auch diesen Art.) ebenfalls, und in dem Maße mehr und mehr, als man die Anwendung dieses Gesetzes auf die Himmelserscheinungen ausdehnen lernte. Er selbst in seinem viel citirten unsterblichen Werke der „Principia" (Lib. III. prop. 21 sqq., S. 117 unserer Ausgabe) leitet schon die auffälligeren „Perturbations"-Erscheinungen daraus ab; und seine Untersuchungen haben den später mit diesem Gegenstande beschäftiget gewesenen Geometern die Veranlassung gegeben, die Gesammtheit jener Perturbations-Erscheinungen unter dem von uns sogleich aufgestellten allge-

man sogleich sieht, daß in dem Grade, in welchem diese störende Masse nach ihrem Verhältnisse zur Sonnenmasse kleiner ist, auch R kleiner wird, und daß, wenn sie als dagegen verschwindend (R also als = 0) betrachtet werden darf, die letzteren drei Gleichungen sogleich wieder in die drei ersteren übergehen.

* Ich darf mich dieses Ausdruckes bedienen, so lange von keiner Kenntniß der wahren Weltordnung und des Gravitations-Gesetzes die Rede ist; — im Augenblicke des Bezuges darauf wird dagegen freilich Alles sogleich Licht und Regel, und alsdann darf man nicht mehr so sagen.

meinſten Geſichtspuncte des Problems von den drei Körpern" (ich verweiſe nochmals auf den beſondern Artikel) zu betrachten. Von dieſen, dabei zunächſt in Newton's Fußſtapfen tretenden Geometern nenne ich ſogleich Euler (Leonhard): „Theoria motus Lunae." Petersb. 1753. 4. Clairaut: „Sur la théorie de la Lune." Paris. 1756. 8. und d'Alembert: „Recherches sur différens points du système du monde" (liegt mir nur auszüglich vor); — wie verdienſtlich die Forſchungen dieſer drei, uns biographiſch ſämmtlich ſchon aus früheren A. A. bekannten Männer aber auch waren, ſo fanden ſie ſich doch durch die, deßwegen auch ſchon oben ausgezeichnete und benützte Arbeit von Lagrange (ſ. Himmelsmechanik S. 781.) übertroffen. Noch weiter und zu einem umfaſſenden Syſteme ferner iſt die Theorie der Perturbationen ausgebildet worden von Laplace (vergleiche Gravitation, S. 719.) in der viel citirten „Mécanique céleste," und von dem noch neueren Franzöſiſchen Analytiker (Capitain im K. Franz. Generalſtabe) Pontécoulant in der nicht weniger oft angeführten „Théorie analytique du système du monde" (ein 4ter Band dieſes vortrefflichen Werkes iſt ſo eben erſchienen).

Die Bemühungen Deutſcher Gelehrten auf dieſem Gebiete hiernächſt anlangend, ſo iſt uns unſeres großen Göttinger Aſtronomen Gauß „Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis Solem ambientium," deren letzter Abſchnitt „de determinatione orbitarum, *habita ratione perturbationum*" der betreffenden Unterſuchung ausſchließend gilt, allgemein bekannt. Daneben verdienen rückſichtlich der außerordentlichen Vervollkommnung der Methoden, ganz beſonders unſeres Hanſen** „Abhandlung über die Perturbationen des Jupiter und Saturn (eine Preisſchrift), und deſſen „Nova investigatio orbitae quam Luna perlustrat" (beide Schriften ſind mir augenblicklich nur in Auszügen zur Hand), eben ihres vorzüglichen Bezuges auf die „Mondungleichheiten" wegen, ausgezeichnet zu werden; und viele, in ihrer Art nicht weniger verdienſtliche Arbeiten über die dadurch immer mehr ausgebildete Theorie der Perturbationen, namentlich vom verewigten Beſſel, vom Königsberger Mathematiker Jacobi, vom Dorpater Aſtronomen Mädler, vom Obſervator Clauſen u. ſ. w. u. ſ. w. finden ſich in den Jahrbüchern und Zeitſchriften, vorzüglich in Schumacher's „Aſtronomiſche Nachrichten" zerſtreuet*. Endlich verweiſe ich Leſer, denen meine Darſtellung noch nicht genügt, und die doch auch nicht zu weit darüber hinaus gehen wollen, auf den 3ten und vierten Abſchnitt von Möbius (des ſcharfſinnigen Leipziger Aſtronomen) „Mechanik des Himmels." Lpzg. 1843. in welchen beiden Abſchnitten zunächſt vom „Problem der drei Körper" (ſ. oben) mit beſonderer Anwendung auf die Mondungleichheiten, und ſodann „Von den gegenſeitigen Störungen der Planeten." gedrängt aber ganz ausgezeichnet, gehandelt wird.

Indem ich aber dieſen Artikel alſo als geſchloſſen betrachten will, kommt mir noch die Nachricht vom höchſten Triumphe zu, welchen die Theorie der Perturbationen, in ihrer eben angedeuteten jetzigen außerordentlichen Vervollkommnung, errungen hat: es iſt nämlich dem Franzöſiſchen Aſtronomen Le Verrier, einem der Wiſſenſchaft, zu Paris lebenden, noch jungen Manne**, gelungen, aus mehreren bis dahin unerklärten beſondern, den

* „*Problême des trois corps,*" unter welcher Benennung auch Lalande „Astronomie." §. 3446. die Aufgabe nach Clairaut (vergl. gleich oben) mit gewohnter ſchöner Klarheit behandelt. Von Newton ſelbſt finde ich den Ausdruck „Problema trium corporum" noch nicht gebraucht.

** Jetziger Director der Sternwarte Seeberg bei Gotha.

* Eine detaillirte Aufführung aller dieſer einzelnen Aufſätze, wozu mein Werk, Plangemäß, keinen Raum bietet, in des wackern Leipziger Aſtronomen Jahn: „Geſchichte der neueſten Aſtronomie." Lpzg. 1844. gr. 8. 2 B. I. 82 flgd.

** Le Verrier iſt indeß zum Profeſſor eines, wegen dieſer Entdeckung eigens für ihn an der Pariſer Univerſität errichteten Lehrſtuhls der mathematiſchen Aſtronomie, und zum Officier der Ehrenlegion ernannt worden.

übrigen (den alten) Planeten nicht zuzuschreibenden Störungen, welche die Beobachtungen für Uranus ergaben, mit Sicherheit auf einen, diese Störungen veranlassenden, jenseit der Uranusbahn kreisenden, neuen Planeten zu schließen, und aus dem Betrage dieser Störungen (den Einflüssen auf den gestörten Uranus) die Masse, die Elemente, die Bahn dieses (den Uranus störenden) Planeten, und den geocentrischen Himmelsort desselben für einen bestimmten Tag (23. September laufenden Jahres 1846) voraus zu berechnen, wonächst Er diesen Ort dem als genauen Beobachter ehrenvoll bekannten D. Galle zu Berlin brieflich bezeichnet hat, demgemäß der neue Planet daselbst, in der Nacht des angegebenen Tages, fast ganz genau an der also voraus bestimmten Stelle, durch Galle und unsern Encke auch wirklich aufgefunden, und seitdem ferner auf den meisten übrigen Sternwarten Europas, den vorgeschriebenen Lauf fortwährend eben so genau inne haltend, beobachtet worden ist. Diese, solchergestalt, durch die tiefsinnigste Analyse, wenn ich so sagen darf, erzwungene Entdeckung, ist, wie sich auch Encke, in Nr. 580 flgd. der „Astron. Nachrichten" darüber ausdrückt, „die glänzendste unter allen Planeten-Entdeckungen, da nur rein theoretische Untersuchungen (die Anwendung der Kunstgriffe der Perturbations-Analyse) den Berechner die Existenz* und den Ort des neuen Planeten haben vorhersagen lassen;" und mir bleibt auch über den Ruhm der Entdeckung Nichts hinzuzufügen. — Auf den

* Die „Existenz"? — so darf man sich vielleicht nicht ausdrücken; und ich führe, zur Ehre eines deutschen Astronomen, dem französischen Mathematiker gegenüber, hier gern an, was schon unser Mädler in seiner „Populären Astronomie." 1ste Aufl. Berlin. 1841 (also fünf Jahre früher) S. 278. über die „Existenz" eines Planeten jenseit Uranus beibringt:

„Endlich bleibt," heißt es aber daselbst, „noch der unbegrenzte Raum jenseit des Uranus übrig. Das Gebiet der Sonne erstreckt sich wenigstens 40mal weiter; denn Kometen, wie der von 1680, erreichen im Aphelium diesen Abstand, und viele von denen, deren Bahnen nur noch als Parabeln berechnet werden können, mögen noch beträchtlich darüber hinausgehen. Nach dem, was wir von der Entfernung der Fixsterne wissen, stehen selbst die nächsten mehrere Hunderttausende von Erdweiten von der Sonne entfernt; es würde also ein Planet in der Entfernung 2000 (die 100fache des Uranus) noch keine merklichen Störungen vom nächsten Fixstern erfahren, wenn dieser nicht sehr viel größer als die Sonne ist. Die Existenz noch mehrerer Planeten jenseit der Uranusbahn ist also schon aus diesen allgemeinen Gründen sehr wahrscheinlich.

Es treten aber noch besondere Gründe hinzu, diese Wahrscheinlichkeit zu unterstützen, und der wichtigste ist folgender:

Wenn ein Planet jenseit des Uranus läuft, so muß er — ist anders seine Masse nicht sehr klein — auf Uranus einwirken und in seinem Laufe Anomalien hervorbringen, die wir, ohne den störenden Körper zu kennen, nicht zu erklären im Stande sind. Allerdings werden diese Anomalien erst nach beträchtlich langer Zeit hervortreten, denn wegen der 84jährigen Uranusperiode und der noch größeren des störenden Planeten bleiben diese Wirkungen eine Reihe von Jahren hindurch nahe gleich, vermischen sich also mit den Elementen, die aus den Beobachtungen dieser Jahre gezogen werden, und sind praktisch nicht von ihnen zu trennen. Aber wenn man eine andere, beträchtlich frühere Reihe berechnet, so muß man andere Elemente erhalten, und man wird nicht beide Reihen zu einem gleichen Elementensystem vereinigen können, ohne bedeutende Fehler übrig zu lassen. Dieß ist nun in der That der Fall mit Uranus. Die vorherschelschen Beobachtungen fand Bouvard* unvereinbar mit denjenigen Elementen, welche die viel zahlreicheren Beobachtungen von 1781 bis 1820 gaben, und die man, da die letztern Beobachtungen jedenfalls den Vorzug verdienen, annehmen muß. Die Abweichungen sind zwar bei weitem nicht

* Tables astronomiques de Jupiter, de Saturne et d'Uranus. Paris. 1821.

also entdeckten Planeten selbst aber, für welchen bis jetzt eine Namensbestimmung, die ich abwarten möchte, noch nicht erfolgt ist*, führt mich dieser Collectiv-Artikel Planeten zurück; gleichwie ich hinsichtlich des analytischen Details des Modus der Entdeckung durch den Perturbations-Calcül, vorausgesetzt, daß dieß der Raum gestattet, Le Verrier's dießfallsige Mittheilungen in der bezeichneten Nummer der „Astronomischen Nachrichten," als einen besondern Anhang des gegenwärtigen Bandes unseres Werkes (denn in den Text gehören diese Rechnungen, Plangemäß, nicht eigentlich mehr) folgen lassen will, mit welcher eventuellen Zusicherung ich denn endlich diesen langen und schwierigen Vortrag über „Perturbationen" beschließe.

so groß, daß man glauben könnte, der beobachtete Körper sey gar nicht Uranus gewesen, aber gleichwohl viel zu stark, um so sorgfältigen Astronomen, wie den obengenannten, als Beobachtungsfehler zugeschrieben werden zu können. Aber noch mehr, auch die nach 1820 angestellten Beobachtungen weichen schon wieder nicht unbeträchtlich von Bouvard's Tafeln ab. Airy hat aus den Oppositionen von 1833 bis 1837 nachgewiesen, daß der Radius vector des Uranus für diese Jahre von den Tafeln um eine Größe abweiche, welche die Entfernung des Mondes von der Erde übertrifft, und so ist es gewiß, daß die letzten zwanzig Jahre, für sich allein berechnet, abermals ein anderes Elementensystem als die vorhergehenden vierzig geben würden.

Wenn man beim Saturnslaufe die Störungen des Uranus, oder bei Jupiter die des Saturn nicht berücksichtigte, so würde man ganz ähnliche Abweichungen finden, und wenn man sehr genaue Saturnsbeobachtungen aus einer langen Reihe von Jahren besessen hätte, so würde es möglich gewesen seyn, durch analytische Combinationen den Uranus theoretisch zu entdecken, bevor ihn Herschel aufgefunden hatte, vorausgesetzt, daß alle andre störende Massen hinreichend genau bekannt und in Rechnung gebracht worden wären.

Es liegt nun nahe, diesen Schluß von Saturn auf Uranus um ein Glied weiter zu übertragen, und auf einen jenseit des Uranus laufenden und diesen störenden Planeten zu schließen: ja man darf die Hoffnung aussprechen, daß die Analysis einst diesen höchsten ihrer Triumphe feiern und durch ihr geistiges Auge Entdeckungen in Regionen machen werde, in die das körperliche bis dahin einzudringen nicht vermochte."

Aehnliches hat mir der verewigte Bessel bei einem letzten Besuche, kurz vor seinem Tode, gesagt; — ja, nach einer Notiz im „Hamburger Taschenbuche" für 1802, ist schon damals für den, der Wurm'schen Reihe gemäß zu jener Zeit

Phasen, Lichtgestalten, Lichtabwechselungen; Phases, Apparitiones Planetarum; *Phases* (φάσις, Erscheinung). Diesen Namen führen die veränderlichen Gestalten, unter denen die (vergl. unten, näheren) Planeten, besonders aber auch unser Mond, nach Maßgabe der Art, in welcher uns ihre von der Sonne beleuchtete Halbkugel zu Gesicht kömmt, erscheinen. Diese Gestirne zeigen sich uns nämlich nur dann als eine ganz (volle) runde Scheibe (welche Form eine, aus größerer Entfernung gesehene Kugel natürlich immer annimmt), wenn sie uns eben auch die zugleich von der Sonne beleuchtete (volle) Halbkugel zuwenden; in andern Stellungen nehmen wir diese Hälfte entweder nur theilweise oder auch gar nicht wahr; und es entsteht daraus die Folge, daß das Gestirn bald also rund, bald nur oval, oder auch wie eine halbe Scheibe, oder sichelförmig, oder auch wie ein völlig dunkler Fleck gesehen wird. — Von den „Phasen" des Mondes, welche meinen sämmtlichen Lesern

freilich nur noch erst postulirten neuen Planeten der Name (eines Titanen, welcher vor Saturn regiert haben soll) Ophion vorgeschlagen worden.

* Ich erfahre indeß und werde es im bezeichneten Art. Planeten näher nachweisen, daß diesem Planeten, statt des anfänglich vorgeschlagenen Namens seines Berechners Le Verrier, später vielmehr der auch viel paßlichere Name „Neptun" beigelegt worden ist.

ohnedieß aus vielfacher eigener Beobachtung näher bekannt sind, ist im besondern Art. Mondphasen (vergl. denselben), mit Anführung manches weniger bekannten Details ausführlich gehandelt worden, und ich habe es daher hier nur mit den Phasen der Planeten, namentlich des Mercur und der Venus zu thun.

Freilich hat man dergleichen, wie gesagt, vom respectiven Stande zu Sonne und Erde abhängige Lichtabwechslungen, auch an diesen beiden Planeten, wegen ihrer Entfernung und scheinbaren Kleinheit, nicht früher als nach Erfindung der Fernröhre bemerken können; die Mercurs- und Venus-„Phasen" gehören aber auch zu den ersten, bei Anwendung solcher Instrumente, von Galilei gemachten, und im viel citirten „Nuncius sidereus" von ihm veröffentlichten Entdeckungen. Stehen nämlich diese beiden „unteren" (in ihrem Laufe von der Erdbahn umschloßnen) Planeten in oberer Conjunction mit (hinter) der Sonne, so wenden sie ihre erleuchtete Halbkugel ganz gegen uns, und wir sehen* sie dann als volle runde Scheiben. Einige Zeit nachher, und wenn sie sich ostwärts etwas von der Sonne entfernt haben, also (vergl. die Anmerk.) schon mit bloßem Auge in der Abenddämmerung wahrgenommen werden können, zeigen sie sich in abnehmender Lichtgestalt nur noch oval (gibbi oder gibbosi; *entamés*), bis sie in ihrer größten östlichen Ausweichung von der Sonne, wie der Mond in den Vierteln (dichotomi; *dichotomes*) als halbe Scheiben erscheinen. Von hieraus nähern sie sich der Sonne wieder (folgen ihr weniger spät), nehmen an Lichte noch mehr ab, und werden sichelförmig (falcati; *forme de croissant* oder vielmehr *décroissant*), wogegen sich ihr scheinbarer Durchmesser, indem sie auf die Erde zurücken, vergrößert. Bei diesem Abnehmen an Lichte ist ihr erleuchteter Theil natürlich immer abendwärts gerichtet. In der untern Conjunction, welche sie sodann erreichen, wenden sie, wie der Mond als Neumond, ihre ganze erleuchtete Hälfte der Sonne zu, sind also für uns völlig dunkel, und zeigen sich bei den Durchgängen (vergl. d. A.) auch als solche völlig dunkle „Flecke" auf der Sonnenscheibe. Nunmehr treten sie auf die Abendseite der Sonne*, werden, indem sie letzterer, demgemäß, bei der Tagesbewegung jetzt vorangehen, des Morgens sichtbar, und erscheinen neuerdings sichelförmig, doch so, daß der helle Theil eben so natürlich, morgenwärts gekehrt ist, wobei sie an Lichte zu-, an Durchmesser aber, von der Erde weg rückend, abnehmen. In der größten westlichen Ausweichung hiernächst sieht man sie wieder als halbe Scheiben, bis sie, bei wachsender Rundung, nochmals oval, und, zurückgekehrt zur oberen Conjunction, wieder voll werden. —

Die „oberen" Planeten, deren Bahnen die Erdbahn vielmehr umschließen, werden dagegen von der in der Mitte stehenden Sonne immer nach der nämlichen Seite hin beleuchtet, nach welcher hin sie auch die Erde sieht, und können daher von uns nie in Vierteln, sichelförmig oder dunkel gesehen werden (eine Figur, wie die oben vorgeschlagene, macht dieß gleich ganz augenscheinlich); nur der (s. gleich Eingangs) „nähere" Mars zeigt sich in den Quadraturen mit nicht völlig runder Scheibe; beim Jupiter aber u. s. w., für welchen, wegen seiner großen Entfernung, selbst in dieser Con-

* Man könnte mir (da diese Planeten dann mit der Sonne am Himmel sind) die Schwierigkeiten einer solchen Tages-Beobachtung einwenden; allein es ist schon im Art. Fernrohr, S. 430, darauf aufmerksam gemacht worden, daß man mit hinreichend lichtstarken Fernröhren, namentlich Venus, selbst am hellen Mittage sehr gut wahrnehmen kann.

* Leser, welche hierbei Anstand finden sollten, brauchen sich bloß zwei concentrische Kreise um die Sonne, den gemeinschaftlichen Mittelpunct, zu zeichnen, und den innern von Merkur oder Venus, als den schnelleren, den äußern aber von der Erde, als den langsameren Planeten, in derselben Richtung von der Rechten zur Linken durchlaufen zu lassen, oder aber die Erde als stillstehend anzunehmen, und jenen Gestirnen die Differenz der Bewegung beizulegen.

figuration, die Gesichtslinien aus Sonne und Erde etwann als parallel angenommen werden dürfen, ist an eine Bemerkung von „Phasen" gar nicht zu denken. Eben so wenig können uns die Jupitersmonde, wie man sich bei Erwägung ihrer nämlichen Entfernung, und ihrer steten Stellung gegen unser Auge und gegen die Sonne, gleichfalls leicht versinnlichet, einen „Phasen"-Wechsel darbieten; und dieß gilt also in einem noch höheren Maße von den Monden des Saturn.

Die Galilei'sche Entdeckung eines solchen Wechsels bei den Planeten Mercur und Venus gab übrigens ein schönes Argument für die Copernikanische Behauptung ab, daß auch die Erde nur ein, ebenfalls um die Sonne laufender Planet sey: denn wenn man danach jene beiden Gestirne, für welche doch diese Bewegung zugegeben werden mußte, als für sich dunkle, nur von der Sonne beleuchtete Körper, gleich der Erde, erkannte; so ward es leichter, die Analogie nicht weniger auch auf die Bewegung für letztere auszudehnen.

Schließlich bemerke ich, daß man den Ausdruck „Phasen" zuweilen auch auf die Erscheinungen des Ringes des Saturn (vergl. d. A.) anwendet.

Phänomene, Erscheinungen, Naturbegebenheiten; Phaenomena, Apparentiae; *Phénomènes.* Der allgemeine Name „Phänomen" oder „Erscheinung" begreift Alles in sich, was wir durch unsere Sinne wahrnehmen. Betrifft dieß einen Körper, ist es ein „Phänomen" der Körperwelt, so gehört es zu den Gegenständen der, im weiteren Sinne, auch die Astronomie einbegreifenden Naturlehre (Physik, s. d. folg. A.), welche sich mit der Erklärung der „Phänomene" beschäftiget. Wahrgenommene Veränderungen in der Körperwelt heißen insbesondere Naturbegebenheiten: wenn wir z. B. eine Veränderung im Aussehen eines Kometen eintreten, seinen Schweif sich verlängern, seinen furchtbaren Anblick ab- oder zunehmen sehen; so bezeichnen wir dieß als eine am Kometen sich zutragende (Natur-) Begebenheit, eine an ihm vorgehende „Erscheinung", als ein „Phänomen"*. — Bei dieser Erklärung des Sinnes dieses Ausdruckes „Phänomen" in der Astronomie bleibe ich hier aber auch stehen; die weiteren Erörterungen hierüber gehören in die Metaphysik der Naturwissenschaft.

Phosphorus (Lucifer), Beiname der Venus (s. d. A.), wenn sie als Morgenstern erscheint, gleichwie sie, als Abendstern dagegen Hesperus genannt wird, welchen letzteren, in seiner alphabetischen Ordnung ausgelaßnen Artikel ich, auf diese Veranlassung, nachzutragen bitte.

Photometer; Photometrum; *Photomètre.* Ein Instrument zur Abmessung der Intensität des Lichtes (φῶς). — Wir haben im Art. Fixsterne (S. 551.) von einem „photometrischen" Versuche Herschel's (d. Vaters) zur Vergleichung der Intensität des Lichtes der Sonne mit dem des Sirius gesprochen. Zu solchen Vergleichungen sind mehrere Vorrichtungen erdacht, von denen wir die des Englischen Naturforschers Wollaston (gestorb. 1828 als reicher Gutsbesitzer in Sussex) anführen, wonach das bei Tage von einer spiegelnden Glaskugel zurückgeworfene Sonnenlicht, und das bei Nacht eben so betrachtete Sternenlicht, beide Mal, mit dem Lichte einer Kerze (im dunklen Zimmer) verglichen werden soll. — Die über diesen Gegenstand handelnde Lehre der

Photometrie; Photometria; *Photométrie,* wird vom Deutschen (als Professor der Physik 1787 zu Halle verstorbenen) Mathematiker Karsten in seinem „Lehrbegriffe d. gesammt. Mathematik." Greifswald. 1767. 8 B. 8. als eine besondere optische Disciplin behandelt; hier habe ich nicht weiter darauf einzugehen.

* Ich wähle dieses Beispiel, als eine seltener vorkommende „Erscheinung," aus, indem man zwischen dem griechisch-lateinischen Worte „Phaenomenon" und jenem Ausdrucke der „Erscheinung" gewöhnlich noch den, wiewohl in der Etymologie nicht begründeten Unterschied eines solches Bezuges auf das nur „seltener" Vorkommende macht.

Photosphäre, Licht- (φῶς) sphäre; Photosphaera; *Photosphère*, heißt die die Sonne (vergl. d. A.) umgebende Lichthülle.

Physik, Naturlehre, Naturkunde, Naturwissenschaft; Physica, Physice, Philosophia naturalis; *Physique* (φυσις, Natur). Diesen Namen führt eigentlich die gesammte Lehre von der Natur der Körperwelt, oder von den Eigenschaften, Kräften und Wirkungen der Körper ohne Ausnahme, also auch der Himmelskörper, demgemäß unsere Disciplin der Astronomie nur als eine Unterabtheilung jener, dieserhalb von uns nicht unerwähnt zu lassenden, umfangreichen Doctrin erschiene*, gleichwie diese Doctrin, unter einem so weiten Gesichtspuncte, nicht weniger auch die Naturgeschichte (vergl. den, ebenfalls in diesem unserm Sinne behandelten Artikel) einbegreifen würde. Aus dieser Unermeßlichkeit hat man indeß die eigentliche „Physik" durch die Grenzbestimmung als „Wissenschaft von den Ursachen oder Kräften, welche die in der unorganischen irdischen Natur vorgehenden Erscheinungen bedingen," ausgeschieden; — und in dieser specielleren Gestalt müssen wir sie von dem strengen und zugleich nicht auf das „Irdische" beschränkten astronomischen Wissen, für welches sie, namentlich mit ihren optischen (aber auch in besonderen A. A. behandelten) Unterabtheilungen, daher nur als Hilfswissenschaft auftritt, unterscheiden, und zum besondern Studium verweisen. Hier mag rücksichtlich eines solchen besondern Studiums nur noch die, manchen Lesern vielleicht nicht unwillkommne literarische Bemerkung stehen, daß mir von den unzähligen dazu geschriebenen neueren Werken das „Lehrbuch der Physik." Von Eisenlohr. 4te Aufl. Mannheim. 1844. gr. 8. — von den älteren aber Gren's „Naturlehre." 6te Aufl. Durch Kastner. Halle. 1820. gr. 8.

* Unter dem nämlichen Gesichtspuncte hat auch Newton sein großes „astronomisches" Werk der „*Philosophiae naturalis* principia mathematica" mit diesem, oben von uns für die „Physik" gebrauchten lateinischen Namen belegt.

Physisch; Physicus; *Physique*. Die allgemeine Bedeutung dieses Ausdruckes ergibt sich aus dem voraufgehenden Artikel Physik: was sich auf die dort namhaft gemachten Gegenstände bezieht, heißt „physisch". Wir haben das Wort in unserm astronomischen Vortrage mehrfach gebraucht, indem wir von einem „physischen Momente" und von der „physischen Astronomie" gesprochen haben. Im Artikel Finsternisse, S. 538. z. B. heißt es „die Verfinsterung eines Jupiterstrabanten werde von allen Beobachtern, denen sie zu Gesicht kömmt, im nämlichen physischen Momente erblickt" — welches sagen will, daß der Augenblick der Wahrnehmung ein absoluter, und nicht von der relativen Uhrzeit des speciellen Beobachters abhängig sey. Was aber unter „physischer" Astronomie, im Gegensatze der sphärischen und theorischen zu verstehen ist, das habe ich in jenem Artikel „Astronomie" gründlich auseinander gesetzt, und darf dahin verweisen.

Planconcav; Planconvex, s. Linsengläser.

Planetarium, Planetenmaschine; Machina planetaria; *Planétaire**. Man versteht darunter eine oft mit Räderwerk versehene Maschine, an welcher Kugeln, die die Planeten vorstellen, um eine, die Mitte einnehmende Sonnenkugel, in verhältnißmäßigen Entfernungen, und in Zeiten, die sich mit den wahren Umlaufszeiten ebenfalls im rechten Verhältnisse finden, herumgeführt werden: die Kugel

* Im Englischen heißt eine solche, die Planetenbahnen darstellende Maschine „*Orrery*," eine Benennung, nach deren Grunde meine Leser auf diese Veranlassung fragen könnten. Ich finde aber in meinen Notizen, daß ein Lord Orrery ein ausgezeichnetes Kunstwerk dieser Art besessen habe. — Der uns vielfach bekannt gewordene Deutsche Mathematiker Kästner will das Wort dagegen von Orbitery (Or'bit, Bahn eines Himmelskörpers) ableiten.

des Jupiter z. B. dessen Entfernung von der Sonne das fünffache der Entfernung der Erde von der Sonne, und dessen Jahr ziemlich zwölf unserer Jahre ausmacht, steht an einem solchen „Planetarium“ fünf Mal weiter als die die Erde vorstellende Kugel von der Mitte ab, und bewegt sich zwölf Mal langsamer. Dadurch wird es nun, wie man gleich einsieht, möglich, die verwickelten Erscheinungen des Laufes der Planeten: ihre Recht- und Rückläufigkeiten, ihre Stillstände, wie dieß Alles auf der mit bewegten Erde erscheint, augenscheinlich zu machen, wiewohl man, nach meiner Meinung, mit einiger Zeichnung und dem rechten Sinnen über die Sache doch noch weiter kommt. Fehlt das Räderwerk an einer solchen Maschine, so muß man die Kügelchen mit der Hand fortschieben, wodurch der, angedeutetermaßen, ohnedieß geringe, von diesem Hilfsmittel zu erwartende Vortheil noch mehr beeinträchtiget wird.

Man hat auch dergleichen Maschinen, welche bloß den vereinigten Erd- und Mondlauf um die Sonne und die Axendrehung der Erde darstellen, und wobei dann die Axe der die Erde repräsentirenden Kugel unter dem Winkel von etwann 66° gegen die (Horizontal-) Ebene der Ekliptik (vergl. d. A. S. 299.) geneigt ist, und in dieser Stellung durch eine Kette ohne Ende erhalten wird, welche Einrichtung die Vorstellung von der Abwechslung der Jahreszeiten, Tag- und Nachtlängen u. s. w. erleichtern soll. Eine solches Modell (die Landcharten-Handlung Schropp zu Berlin übernimmt die Besorgung) besitze ich selbst, und habe dafür früher 4 Friedrichsd'or bezahlen müssen; jetzt bietet Buchhändler Haspel zu Schwäbisch Hall dergleichen zu 5 Thalern an, und auch andere Buch- und Kunsthandlungen liefern sie. Eine ausführliche Anleitung zum Gebrauche der „Planetarien“ endlich aber gewährt Gelpke „Kurze Darstellung des Weltgebäudes und des Gebrauches eines Planetariums.“ Braunschweig. 1809. 8.

Planeten; Planetae, Stellae errantes; *Planètes.* (Ich bevorworte gleich, daß ich von den fünf kleinen, ihre Bahn zwischen Mars und Jupiter beschreibenden Planetchen, obwohl sie nicht weniger zu den [Haupt-] Planeten gerechnet werden, aus später vorkommenden Gründen, doch unter dem, ihnen gewöhnlich beigelegten eigenen Namen der Planetoiden, in einem, dem gegenwärtigen aber unmittelbar folgenden Artikel, besonders handle.) Das Wort „Planet“ kommt aus dem Griechischen πλάνε „umherirrend,“ daher auch oben „Stellae errantes“ als gleichbedeutend mit „Planeten“ steht, welches jedoch in so fern unrichtig ist, als die Kometen den Charakter dieses „Umherirrens“ mit den Planeten gemein haben, und doch übrigens wohl von ihnen zu unterscheiden sind. Man muß „Planeten“ vielmehr genauer als Himmelskörper definiren, welche sich von den Fix- (festen, ihren Platz behauptenden*) Sternen (die Einschränkung wegen der Doppelsterne unten) durch eine stete Stellungsveränderung und durch Umlaufung des ganzen Himmels, sammt dem Umstande, im Fernrohre eine Scheibenform zu zeigen (wogegen der Fixstern — vergl. d. A. S. 540 — immer nur als untheilbarer Punct erscheint), von den mit Schweif, oder doch mit trübem, nebligem Ansehen erscheinenden Kometen aber durch ihre unverkennbare, ganz andere, bestimmtere Gestalt und schärfern Umriß unterscheiden. — Diese Unterscheidungsmerkmale gewährt schon der bloße Augenschein; die (neuere) theorische Astronomie fügt noch hinzu, daß sich die „Planeten“ nicht wie die Kometen bald (heliocentrisch**) recht- und bald rückläufig, sondern unausnamentlich rechtläufig, und in weniger excentrischen, kreisähnlicheren elliptischen Bahnen um die Sonne bewegen, und einen, an den Kometen dagegen gar nicht wahrnehmbaren, Masseneinfluß äußern.

* Ich darf hier vergleichsweise noch so sagen, und wegen der gleichwohl Statt findenden Eigenbewegungen der, diesen Namen also nicht mit vollem Rechte verdienenden Fixsterne auf letzteren Art. S. 550 verweisen.

** „Heliocentrisch“; denn, geocentrisch gesehen, sind Planeten und Kometen gleich sehr bald recht-, bald rückläufig.

Alle diese charakteristischen Merkmale sind übrigens den Haupt- mit den Neben-„Planeten“ (Monden) gemein; die letzteren unterscheiden sich von den ersteren hinwiederum nur dadurch, daß sie die Sonne nicht, wie jene, unmittelbar umkreisen, sondern daß sie von den durch sie umkreißten, respectiven Hauptplaneten mittelbar um dieselbe geführt werden.

Endlich muß, um auch eine oben, in diesem Bezuge angedeutete Einschränkung wegen der „Doppelsterne“ näher zu bezeichnen, in Betracht gezogen werden, daß (vergl. wieder Fixsterne, S. 560.) in solchen Doppelstern-Paaren, den Begleitsternen zwar, ganz wie den Planeten, auch eine Bewegung um ihre Sonne beiwohnt, daß sie aber dabei doch selbstleuchtende, die (Haupt- und Neben-) Planeten hingegen dunkle, ihr Licht nur von der Sonne empfangende Weltkörper sind.

Solcher jetzt also näher bezeichneten Haupt-Planeten (von den [Monden] Neben-Planeten ist in diesem besondern Art. die Rede gewesen, und ich führe sie hier nur summarisch auf) zählt man nun, mit (s. oben) vorläufiger Einbegreifung der fünf Planetoiden und des ganz kürzlich vom Französischen Astronomen Leverrier (jenseit des bisher als Grenz-Planeten betrachteten Uranus) entdeckten neuen Planeten*, den von uns selbst bewohnten Planeten Erde mitrechnend, dreizehn mit zusammen achtzehn Monden:

Mercur,
Venus,
Erde mit 1 Monde,
Mars,

die fünf Planetoiden (nämlich Ceres, Juno, Pallas, Vesta; und jetzt Astrăa)

Jupiter mit 4,
Saturn mit 7,
Uranus mit (bis jetzt entdeckten) 6 Monden,
Neptun*.

Ueber eilf (vergl. unten) derselben handeln eigene Artikel meines Werkes (um deren Vergleichung ich ausdrücklich bitte) in der natürlichen alphabetischen Ordnung; über den zwölften: den eben erwähnten Leverrier'schen, seitdem mit dem Namen „Neptun“ belegten Planeten, muß ich mich nun zu Schlusse des gegenwärtigen-, und über den, auch nur erst indeß entdeckten (fünften) Planetoiden (die Astrăa), als dreizehnten der obigen Folge, zu Schlusse des Collectiv-Artikels Planetoiden verbreiten. Gleich habe ich erst noch zu bemerken, daß, in früherer Zeit, statt dieser hier namhaft gemachten dreizehn, nur von fünf „Planeten“: Mercur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn, die Rede ist: die Erde betrachtete man, wie wir im Artikel Weltsystem näher sehen werden, damals noch aus einem ganz andern Gesichtspuncte, und die übrigen Planeten sind (vergl. das schon Gesagte und den weiteren Vortrag in den Einzel-Artikeln) Entdeckungen der Jetztzeit.

Eben so anders verhält es sich mit der neuesten und der früheren Eintheilung der Planeten. Bald nachdem man sich von der planetarischen Bahnbewegung auch der Erde überzeugt hatte, theilte man die Planeten nämlich (vergl. S. 68 dieses Bandes unseres Werkes) in untere und obere, d. h. in solche: Mercur und Venus, deren Bahnen von der Erdbahn umschlossen sind, oder in solche: Mars u. s. w., deren Bahnen dagegen die Erdbahn einschließen; jetzt dagegen läßt man die Planeten, mit besonderer Rücksicht auf die an ihnen beobachteten physischen Unterschiede, in zwei große Hauptgruppen zerfallen, deren erstere den Mercur, die Venus, die Erde und den Mars, die zweite aber den Jupiter, Saturn und Uranus enthält (und zu welcher auch wohl der nun entdeckte „Neptun“ wird gerechnet werden müssen), indeß die, angegebenermaßen, zwischen Mars und

* Es ist von demselben vorläufig bereits zu Schlusse des vorausgehenden Art. Perturbationen, welchen ich zu vergleichen bitte, die Rede gewesen, indem daselbst die Veranlassung zu der schon damals verkündeten Entdeckung erklärt werden konnte.

* Mit diesem Namen soll nämlich, wie ich lese, der eben erwähnte neue Leverrier'sche Planet belegt werden.

Jupiter kreisenden fünf Planetoiden, über deren Trennung von den übrigen ich mich hier erklären wollte, nur planetarische Uebergangsglieder von der ersten zur zweiten Gruppe abzugeben scheinen. — Diesen letzteren Punct erläutere ich, wie gesagt, näher im folgenden besondern Artikel; hier habe ich es nur noch mit jenen beiden Hauptgruppen, und ihren angedeuteten charakteristischen (allgemeinen oder Gruppen-) Unterschieden zu thun.

Die erste derselben enthält also den Mercur, die Venus, unsere Erde und den Mars. Diese sämmtlichen vier Planeten sind von einer, wenn auch unter sich nicht gleichen, doch in Bezug zu denen der anderen Gruppe überhaupt, sehr mäßigen Größe; ihre Dichtigkeit aber, als zweites, besonders hervorzuhebendes Unterscheidungsmerkmal, beträgt allgemein das vierfache der Dichtigkeit der Planeten der zweiten Gruppe (sie sind aus soviel dichteren, gröberen Stoffen gemacht)*. — Auf diesen letzteren Umstand, auf welchen ich ein ganz besonderes Gewicht lege, komme ich hinten, und zwar unter einem Gesichtspuncte, welcher mir mit Kant gemeinschaftlich ist, ausführlicher zurück.

Hierzu gesellt sich die, wenn auch unter sich natürlich wieder sehr verschiedene, doch im allgemeinen Vergleiche zur zweiten Gruppe, ebenfalls viel kürzere Umlaufsdauer (das Sonnen-Jahr) der Planeten dieser ersten Gruppe, ein anderer Umstand, den ich, in Vereinigung mit dem vorauf angeführten, nachher auch vorzugsweise hervorhebe; — vollkommen gemeinschaftlich ist ihnen aber ferner die 24stündige Axendrehung: der Tag des Mercur (vergl. d. A. S. 97.), der Venus (s. auch diesen A.) und des Mars (S. 71.) dauert fast genau wie der Erdentag, 24 unserer Stunden, wogegen den Planeten der zweiten Gruppe eine etwann nur 10stündige Rotation nicht weniger gemeinschaftlich ist.

Endlich aber gibt der Mangel mehrerer Monde ein anderes Unterscheidungsmerkmal der ersten Gruppe ab: von ihren vier Planeten besitzt nur die Erde* und zwar nur Einen Mond, wogegen die Planeten der zweiten Gruppe sämmtlich ein eigentliches Mondgefolge haben.

Die Planeten der zweiten Gruppe: Jupiter, Saturn, Uranus (vom „Neptun" kann natürlich nur erst die Zeit dieß Nähere lehren), und zu welchen ich nun übergehe, sind also vor denen der ersteren, ganz besonders durch eine größere Stofffeinheit**, eine unverhältnißmäßig längere Jahresdauer, und ihr Gefolge von Monden, deren stilleres Licht dort das blendende, in so großer Entfernung eines Ersatzes ohnedieß bedürfende Sonnenlicht vertritt, ausgezeichnet; — und daran knüpfe ich nun, nach dem erwähnten Vorbilde des verehrungswürdigen Immanuel Kant***, die-

* Dieß bezieht sich bestimmter freilich nur erst noch auf die drei Planeten Jupiter, Saturn und Uranus, und will also sagen, daß diese drei Weltkörper allgemein aus einem viermal feineren (lockereren) Stoffe als die Erde (oder Mercur, Venus, Mars, welche der Erde, angegebenermaßen, an Dichtigkeit gleich kommen) gebildet sind. Vom „Neptun" steht (vergl. unten) die größere Stofffeinheit nur erst überhaupt fest; und es muß danach später entschieden werden, mit welcher Bestimmtheit dieser Planet noch zur „zweiten" oder (vergl. unten) vielleicht gar schon zu einer dritten Gruppe gehört.

* Ueber die Gründe, auch bei Mars Einen, vielleicht gar zwei Monde zu vermuthen (wiewohl die wirkliche Entdeckung noch immer nicht geglückt ist) erklärt sich dieser Artikel, S. 80. — Dieß ändert aber Nichts in der obigen Darstellung; denn schon Jupiter hat vier Monde.

** Diese größere „Stofffeinheit" z. B. des Jupiter ist eine astronomische Thatsache; man kennt die Größe (das Volumen) dieses Planeten aus unmittelbarer Messung, und seine Masse (sein Gewicht) aus seinen perturbirenden Einflüssen; aus der Vergleichung von Gewicht und Volumen folgt aber die Dichtigkeit.

*** „Naturgeschichte und Theorie des Himmels." 4. Aufl. Zeitg. 1808. gr. 8., womit man verbinden mag Nürnberger: Ueber das Zerfallen unseres Planetensy-

jenigen erhabenen planetarischen Betrachtungen, derentwegen ich oben hierher verwiesen habe.

Dieser tiefsinnige Philosoph* folgert nämlich (im erwähnten Werke, S. 132.) schon aus dem weiteren Sonnenabstande der entfernteren Planeten (der zweiten Gruppe), „daß die Organisation der sie bewohnenden Wesen leichterer und feinerer Art, die Elasticität ihrer Faser größer, und die ganze Anlage ihres Baues vortheilhafter seyn müsse;“ — hiermit stebt aber dasjenige, was ich von der größeren Stofffeinheit der, jene Weltkörper bildenden Materien angeführt habe, in der vortrefflichsten Harmonie. In der That deutet eine solche größere Stofffeinheit ganz unabweislich auf den, von Kant behaupteten ätherischern Zustand hin, der sich von den Steinen, Erden und Gewässern jener Planeten, hinauf zu ihren Pflanzen und zur animalischen Natur erstrecken muß, und welcher einen weiteren Schluß auf die erhöhete Intelligenz derjenigen Wesen gestattet, die z. B. auf dem Jupiter den Rang der Menschen auf der Erde einnehmen.

Dazu hat man die deßwegen auch schon oben besonders hervorgehobene längere Dauer des Jahres auf diesen Planeten zu rechnen. Schon das Jahr des, wieder zum Beispiel gewählten Jupiter ist fast so lang als zwölf unserer Erdenjahre: der Frühling** der dortigen Blumen dauert demnach so viele (Erdenn-) Jahre als bei uns Monate; und die Stabilität aller dortigen Lebens-Einrichtungen muß sich nothwendig ganz in dem nämlichen Verhältnisse steigern. — Die nicht weniger bereits erwähnte Abwesenheit des blendenden Sonnenlichtes ferner und dessen Ersatz durch das mildere Licht* von vier Monden auf dem Jupiter (welchen wir fortfahren wollen, als Beispiel auszuzeichnen) erregt außerdem ganz andere Erwartungen vom dortigen Leben, welches ich deßwegen schon in der angeführten Schrift als eine höhere „Existenzstufe“ bezeichnet habe, wodurch noch ein anderer erhabenerer Vorzug dieser „Planeten“ der zweiten Gruppe vor denen der ersten, in ihrer Einrichtung weniger begünstigten, begründet würde. Die Natürlichkeit solcher Unterschiede zwischen den beiden Gruppen, und der Vorzüge der letzteren vor der ersteren, drängt sich aber auch beim weniger tiefen Nachdenken über das Verhältniß dergestalt auf, daß, lange vor Kant und seinen dießfallsigen obigen Aeußerungen, auch schon mein würdiger Lehrer (der verewigte Leipziger Naturforscher) Gehler, in seinem viel citirten „Physikalisches Wörterbuch“ und in welchem gewiß von einer poetischen Auffassung der Gegenstände nie die Rede ist, seine Betrachtungen über jene Planeten mit der Bemerkung schließt, „es müsse die dortige Naturgeschichte von der unsrigen ganz verschieden seyn, und alldort Dinge geben, von denen wir hienieden auch nicht einmal eine Idee haben können.“ — Weiter vertiefe ich mich mit meinen Lesern hier indeß nicht in diese Contemplation, sondern verweise Diejenigen von Ihnen, welche ein gleiches Interesse mit mir dafür beseelt, lieber an das vorn erwähnte, derselben besonders gewidmete Werk, wo dem Nachsinnen darüber ein reicheres Material geboten wird.

Die, bevorworteter maßen, somit näher nur erst erwähnten eilf Haupt-Planeten und Planetoiden mit ihren achtzehn Monden prägt man übrigens sei-

stems in zwei große Gruppen. 2te Aufl. Kempten. 1839. gr. 8. und desselben Verfassers: „Astronomische Reiseberichte, oder Topographie des Himmels.“ Ibid. 1837. 8.

* Bei den Einwendungen, welchen meine Ansichten in der Conjectural-Astronomie nicht immer haben entgehen können, muß es mir natürlich erwünscht seyn, Auctoritäten, wie die eines Kant, für mich anführen zu können.

** Ich sehe bei dieser Anführung von der geringen „Schiefe der Ekliptik“ auf dem Jupiter (vergl. d. Art. S. 831) ab, welcher zu Folge man auf diesem Planeten im Allgemeinen eigentlich ein stetes Frühlings-Verhältniß anzunehmen hat. Das oben Gesagte ist deßhalb im strengeren Sinne nicht weniger wahr.

* Von einer wahrscheinlichen gleichzeitigen eigenen Lichtentwicklung der oberen Planeten (vergl. Jupiter S. 832) noch hinten.

nem Gedächtnisse am besten durch die nachstehenden Memorialverse:

„Systema solare.

Mercurius primus; *Venus* altera; tertia *Tellus;*
Mars quartus; veniunt tunc illi hucusque latentes:
Vesta, planeta minor; *Juno; Pallas*que; *Ceres*que;
Jupiter est nonus; decimus *Saturnus;* olympum
Sidera gestantem *undecimus* tenet *Uranus* errans.
Sed quoque sunt Lunae fulgentes hisce planetis:
Tellurem nostram comitatur *Luna* satellies;
Atque *Jovi* rutilo custodes *quatuor* adstant;
Septem Saturno (quem et triplex annulus* ornat);
Cingitur a lunis tandem *sex Uranus* exter.
Ecce *novem lunas* numerat *bis* Phoebus Apollo.“ —

ein, deren Mittheilung ich dem würdigen Pfarrherrn Fleischhauer zu Teutleben bei Gotha, Verfasser der „Volkssternkunde“ (Darmstadt. 1844. 2 Bd. kl. 8.) verdanke, und dem es nunmehr überlassen bleiben muß, auch noch der, wie gesagt, weiterhin zu besprechenden Asträa, und dem Neptun, zu welchem ich, in der versprochenen Art nunmehr gleich übergehe, ihren Platz darin anzuweisen.

Ueber diesen neuen (transuranischen) Planeten Neptun enthält aber die Petersburger Zeitung einen Aufsatz des berühmten Astronomen W. Struve in Pulkowa bei Petersburg, aus dem Nachstehendes ein Auszug ist, welcher mir für meine Leser hinreichend scheint, und welchem ich nur einige Anmerkungen hinzuzufügen habe: „Wir bezeichnen den neuen Planeten,“ heißt es dort, „gleich mit demjenigen Namen Neptun, der ihm, nach einem vom 1. October n. St. datirten Briefe des Hrn. Le Verrier an Hrn. O. Struve, von dem auf der Sternwarte in Paris zu einer Sitzung versammelten Bureau des longitudes beigelegt worden. Ohne Zweifel wird dieser, nach Analogie der ältern Planeten gewählte Name von den Astronomen aller Nationen angenommen werden, eben so wie der zur Bezeichnung des Planeten bestimmte aufrechte Dreizack. Der Durchmesser des Neptun ist 5,28 Mal, also reichlich 5 Mal so groß als der des Erdäquators, oder, diesen zu 1718 geographischen Meilen gesetzt, gleich 9071 geographischen Meilen. Der körperliche Inhalt desselben ist 147½ Mal so groß als der der Erde. Neptun ist demzufolge seiner Größe nach der dritte unter den bekannten Planeten des Sonnensystems. Er wird nur vom Jupiter und Saturn übertroffen, deren Durchmesser 11,22 und 9,02 Mal so groß als der der Erde sind. Er übertrifft aber an Größe den Uranus, dessen Durchmesser 4,58 ist, die Erde mit dem Durchmesser 1, und die übrigen kleineren Planeten. Herr Le Verrier hat die Masse des Neptun = $^1/_{9300}$ der Sonnenmasse bestimmt. Da nun die Erdmasse nur $^1/_{359531}$ der Sonnenmasse beträgt, so folgt, daß die Neptunmasse 38,7 Mal so groß ist als die der Erde, d. h., daß $38^7/_{10}$ Erdkugeln zusammen genommen gerade so viel wiegen als die Neptunskugel. Gewiß wird dem Laien der Umstand, daß es möglich gewesen ist, die Masse eines Himmelskörpers zu bestimmen, ehe derselbe von irgend Jemand am Himmel gesehen worden, als der glänzendste Beweis der Macht der Theorie erscheinen, und viele werden sich die Möglichkeit dieser Bestimmung kaum erklären können. Und doch liegt sie ziemlich nahe. Das Vorhandensein des Planeten ward aus dem Umstande geschlossen, daß der äußerste Planet Uranus in seinen Bewegungen kleine Unregelmäßigkeiten zeigte, welche sich aus der Anziehung der übrigen, bis dahin bekannten Körper des Sonnensystems nicht erklären ließen. Diese Störungen des Uranus mußten einem jenseits desselben liegenden Planeten zugeschrieben werden. Nun sind aber alle Wirkungen, das heißt Störungen, welche ein Planet auf den andern ausübt, von der Masse abhängig, die der störende Planet hat, das heißt, ein Körper von doppelter Masse

* Wegen dieses, nicht eigentlich zu meiner Zählung gehörigen „triplex annulus“ muß ich auf den betreffenden Art. Saturn selbst verweisen.

bringt die doppelte Störung hervor. Es ist daher leicht zu folgern, daß, wenn man die Störungen erkannt hat, die ein bis dahin unbekannter Planet auf den Uranus ausübt, und dieselben mit der Anziehung vergleicht, welche die Sonne oder ein anderer Planet, z. B. Jupiter auf ihn, den Uranus, ausübt, man auf das Verhältniß der Masse des unbekannten Planeten zu der der Sonne oder des Jupiters einen Schluß machen kann. Die Größe des Neptun konnte aber die Theorie nicht geben; sie konnte nur aus der Messung des scheinbaren Durchmessers dieses Planeten gefolgert werden. Vergleichen wir nun noch die Größe und die Masse eines Planeten mit der Größe und Masse eines andern, so finden wir auch das Verhältniß ihrer Dichtigkeiten. Es ergibt sich sogleich, da der körperliche Inhalt des neuen Planeten 147,5 Mal den der Erde übertrifft, seine Masse aber nur 38,7 Mal größer ist, daß von beiden Körpern die Erde der dichtere ist, oder daß die Dichtigkeit des Neptun nur $^1/_{3,8}$ etwas mehr als ein Viertel der Dichtigkeit der Erde beträgt. Bekanntlich ist die mittlere Dichtigkeit der Erde 5,6 Mal so groß als die des Wassers, und wir wissen demnach, daß die mittlere Dichtigkeit des neuen Planeten nahe zu ein und einhalb Mal so groß ist als die des Wassers, d. h. das Gewicht des Neptun beträgt $1^1/_2$ Mal so viel als das einer Wasserkugel von gleichem Durchmesser mit ihm. Neptun erscheint als ein Stern 7ter bis 8ter Größe, ist also, wenn wir die Grenze der Sichtbarkeit fürs unbewaffnete Auge bei den Sternen 6ter bis 7ter Größe setzen, auf keine Weise mit unbewaffnetem Auge zu sehen, muß aber mit Leichtigkeit in jedem guten Kometensucher, in jedem guten Zugfernrohre und sogar in einem starken Operngucker erkannt werden können. Solche Fernröhre werden aber den Planeten nur als einen kleinen Lichtpunkt unter vielen andern zeigen, und es ist den großen Fernröhren vorbehalten, die planetarische Scheibe zu erkennen zu geben. Wir bemerken indeß, daß diese nicht bloß im größten unserer Fernröhre, sondern auch in den Meridian-Instrumenten der Sternwarte erkannt worden ist. Bekanntlich sind Jupiter und Saturn abgeplattet. Die hiesigen Beobachtungen haben die Scheibe des Neptun als kreisrund dargestellt, also keine Abplattung zu erkennen gegeben. Dennoch ist eine kleine Abplattung nicht nur möglich, sondern sogar wahrscheinlich. Vielleicht ist sie aber zu klein, um bei dem jetzigen niedrigen Stande des Planeten erkannt zu werden. Einen Ring, dem des Saturn ähnlich, haben wir nicht gesehen. Es folgt daraus nicht nothwendig, daß Neptun keinen Ring habe, da wir ja wissen, daß auch der Saturnsring von Zeit zu Zeit verschwindet, indem die Sichtbarkeit von der Stellung des Planeten gegen Sonne und Erde abhängt. Eben so wenig ist bisher von uns ein Trabant des Neptun gesehen worden. Schon die Uranustrabanten gehören zu den schwierigsten Gegenständen für die Erkennung im Fernrohre, und nach der ersten Analogie wäre sehr wenig Hoffnung vorhanden, je die Monde des Neptun zu entdecken, da sie bei gleicher Größe mit den Uranustrabanten unter den günstigsten Umständen über 10 Mal schwächer erscheinen müssen als diese. Aber es ist leicht möglich, daß Neptun größere Trabanten habe als Uranus. Ein Trabant, dessen Durchmesser in demselben Verhältnisse zum Neptun stände, wie der irdische Mond zur Erde, müßte auf den ersten Blick erkannt werden. Auf jeden Fall wird die Nachforschung nach Monden des neuen Planeten eine Aufgabe für unser so lichtstarkes Fernrohr seyn, obgleich diese Forschung durch den niedrigen Stand des Planeten jetzt nicht begünstigt wird. Gewiß ist von Manchem schon die Frage aufgeworfen: ist denn Neptun der letzte Planet des Sonnensystems? Nach allem Ermessen ist gar kein Grund vorhanden, das anzunehmen. Sollte aber Hoffnung seyn, einen jenseits des Neptun belegenen Planeten jemals zu entdecken? Allerdings! Schwerlich aber auf dem von Le Verrier betretenen theoretischen Wege. Denn um diesen anwenden zu können, müssen Jahrhunderte vergehen, um während eines Umlaufs die Bewegung des Neptun zu verfolgen, und seine Störungen durch einen unbekannten Planeten zu erkennen. Schwerlich, aber doch möglicher Weise durch die Erkennung der Scheibe in mächtigen Fernröhren. Wahrscheinlich aber durch genaue

Charten. Uranus ist einem Fixstern 6ter Größe gleich, Neptun erscheint als Stern 7ter bis 8ter Größe. Sehr möglich, daß der nächste Planet unter den Sternen 9ter, oder 9ter bis 10ter Größe zu suchen ist. Sehr möglich, daß er als solcher von den Bearbeitern der Berliner Sterncharten nach Stunden, schon gesehn und erkannt, als Fixstern eingetragen ist. In diesem Fall wird er bald erkannt werden. Möglich aber auch, daß er jenseits der Grenzen der jetzigen Chartenarbeit, die sich nur vom 15. nördlichen bis zum 15. südlichen Grade der Abweichung erstreckt, weilt. In diesem zweiten Fall wird seine Entdeckung erst möglich, wenn er durch seine Bewegung in die Zone der Sterncharten eingetreten seyn wird, es sey denn, daß die Sterncharten in gleicher Sorgfalt, wie sehr zu wünschen, bis über die Grenzen des Zodiacus ausgedehnt werden."

Man kann das hier vom Petersburger Astronomen über den neuen Planeten Vorgetragene zugleich als eine Ementation des über den Störungseinfluß dieses Weltkörpers auf das Nachbargestirn Uranus, zu Schlusse unseres Artikels Perturbationen, mit Verweisung wegen des Weiteren hierher, Angeführte betrachten. Dabei ist aber, bevorwortetermaßen, zunächst zu bemerken, daß die obige Massenangabe von $^1/_{9300}$ der Sonnenmasse nur eine durchschnittliche ist, indem Leverrier selbst (vergl. die schon l. c. citirte Nr. 582 der „Astronomischen Nachrichten) diese Masse, mit Rücksicht auf noch andere Voraussetzungen zur Erklärung des Vorganges, vielmehr nur zwischen die weiten Grenzen von $^1/_{13500}$ und $^1/_{4700}$ (der Sonnenmasse) einschließt (wovon jene $^1/_{9300}$*, wie man sieht, etwann das Mittel abgeben). Indeß reicht diese Bestimmung zur Bestätigung unserer vorauf ausgesprochenen Vermuthung über das Dichtigkeitsverhältniß des Neptun hin.

Ferner wiederhole ich hier aus dem eben citirten Artikel Perturbationen die Bemerkung, daß der eigentliche Entdeckungstag des „Neptun" der 23. September des laufenden Jahres (1846) ist, an welchem ihn Observator Galle zu Berlin im 26ten Grade des Zeichens des Wassermanns wirklich auffand, nachdem Leverrier's (des theoretischen Entdeckers) Rechnung (mit nur 1° Irrthum) den 25ten Grad dafür bestimmt hatte.

Endlich aber kommt mir in diesem Augenblicke eine Notiz des Münchener Astronomen Gruithuisen über die, von ihm beobachtete auffallende Lichtstärke dieses neuen Planeten zu, woraus auf eine demselben zustehende „eigene Lichtentwicklung" zu schließen seyn. Ich habe, in der Anmerkung, an Aehnliches schon für Jupiter erinnert; es wird aber, auf Grund dieser Beobachtung, noch wahrscheinlicher, daß ein derartiges eigenes Lichtentwicklungs-Vermögen wirklich den sämmtlichen Planeten der zweiten Gruppe beiwohne, und einen unterscheidenden Charakter derselben mehr abgebe, wodurch sich der in der voraufgehenden Anmerkung angedeutete Zweifel, ob „Neptun" in der That zu dieser zweiten Gruppe, oder, mit den, noch hinter ihm, weiter zu entdeckenden, bereits zu einer dritten gehöre, ziemlich beseitiget finden würde.

Mit diesen Mittheilungen über eine also durch die Entdeckung des Neptun bewirkte, so unerwartete Ausdehnung unseres Planetensystems, welche gewiß von keinem Leser ohne das lebhafteste Interesse aufgenommen worden sind, kann ich, da, wie gesagt, über jeden der übrigen „Planeten" ein eigener Artikel mit Hinzufügung der betreffenden, etwannigen historischen Bemerkungen

* Indeß wird dieselbe wohl die nahe richtige seyn, indem sie in Verbindung mit den übrigen, von Leverrier angenommenen, vorläufigen Elementen, nämlich: Halbe große Axe der Bahn = 36 Sonnenweiten (etwann 720 Millionen Meilen); Umlaufszeit = 217 Jahre; Excentricität (jene halbe große Axe = 1) = 0,107; Länge des Perihels = 284°; Epoche für 1sten Januar 47 = 318° (von der wahrscheinlich geringen Neigung und der Lage der Knotenlinie ist noch keine Rede), — ein (vergl. das gleich Folgende) so genaues Resultat für den danach bestimmten Ort dieses neuen Planeten gegeben hat.

handelt, die allgemeinen literarischen Notizen aber schon im Laufe des gegenwärtigen Vortrages beigebracht sind, diese Collectiv-Betrachtung der Haupt-Planeten* unseres Systems demnach beschließen, und komme somit nunmehr zu den, bevorwortetermaßen, als eine besondere Kategorie bezeichneten:

Planetoiden, Asteroiden (Planetchen, Gestirnchen); Planetoides; *Planètoides*, Astéroïdes, mit welchem gemeinschaftlichen Namen man diejenigen (jetzt) fünf kleinen** Gestirne („Planetchen") belegt, deren Bahnen sich sämmtlich dergestalt in der großen Aetherkluft zwischen Mars und Jupiter befinden, daß sie die Marsbahn einschließen, von der Jupitersbahn aber umschlossen werden. Diese 5 Systemskörper in der Ordnung ihrer (wenn auch wenig differirenden) Abstände von der Sonne, mit gleichzeitiger Bemerkung dieser Abstände, welche ich daher, leichterer Unterscheidung wegen, gleich beifüge, und der entsprechenden Umlaufszeiten, sind nun:

Namen:	Abstand von der Sonne:***	Umlaufszeit:
Vesta . .	2,36 Halbmesser der Erdbahn	. . 1327 Tage.
Asträa .	2,59 — — —	. . 1523 — ****
Juno . .	2,67 — — —	. . 1593 —
Ceres . .	2,767 — — —	. . 1681 —
Pallas .	2,768 — — —	. . 1682 —

Ueber vier davon: Ceres, Juno, Pallas, Vesta, als früher entdeckte, handeln wieder bereits eigene Artikel unseres Werkes; von der Asträa, als dem fünften dieser Gestirne, aber, und welche (vergl. den vorangehenden Artikel) erst indeß aufgefunden worden ist, werde ich das nöthige Specielle, bevorwortetermaßen, zu Schlusse des gegenwärtigen Vortrages beibringen. Zunächst habe ich es nur mit einer allgemeinen Betrachtung und Charakterisirung dieser eigenthümlichen Weltkörper zu thun.

Die Geschichte ihrer Entdeckung erstlich anlangend, so ist dieselbe schon im Artikel Ceres (wohin ich ausdrücklich verweise) weitläuftiger vorgetragen. Die Entfernungen der Planeten von der Sonne wachsen, um das Eigentliche daraus hier jedoch nochmals zu resumiren, nach einer gewissen Progression; in dieser Progression fehlte aber ein, dem Gliede zwischen Mars und Jupiter entsprechender Planet, daher die Aufmerksamkeit der Astronomen auf diese Himmelsregion, in welcher sie also den fehlenden Planeten vermuthen mußten, gerichtet blieb. Die Lücke ist nachher auch wirklich, aber nicht durch Entdeckung Eines, sondern, zur großen Ueberraschung der Astronomen, jetzt† bereits durch die in Rede stehenden fünf „Planetoiden" ausgefüllt wor-

* Nach streng alphabetischer Folge sollte hier erst noch Planet, mittlerer, und Planetensystem kommen; sie folgen gleich, und ich habe die Gründe der gegenwärtigen Anordnung vorn angegeben.

** Ich verweise wegen des Speciellen über das in der That sehr unbedeutende Volumen dieser „Planetchen" desto mehr auf die von ihnen handelnden Einzel-Artikel, als sich die Angaben darüber, wie man dort im Detail finden wird, zu mehrfach widersprechen, um sie hier alle wiederholen zu können.

*** D. h. mittlerer = halbe große Axe der Bahnellipse dieser Gestirne; ich komme unten mit Aushebung der Juno hierauf zurück.

**** Diese Angaben, welche ich dem Entdecker der Asträa (vergl. unten) selbst verdanke, und welche sich auf eine spätere Berechnung gründen, weichen (vgl. unten) nur sehr wenig von den Resultaten ab, die der Berliner Astronom Galle in Nro. 553 der „Astronomischen Nachrichten" aus nur drei der ersten Beobachtungen dieses Planetoiden ableitet.

† Ceres ward (man vergl. die Einzel-Artikel) entdeckt durch Piazzi am 1. Januar 1801; Pallas durch Olbers den 28. März 1802; Juno durch Harding den 1. Septbr. 1804; Vesta wieder durch Olbers den 29. März 1807; und Asträa endlich (s. unten) durch Hencke den 8. Decbr. 1845. „Jetzt" sage ich aber im Texte, weil höchst wahr-

den; und schon dieser Umstand der Erfüllung der Himmelsstelle (der Entsprechung des Progreisionsgliedes), statt durch den normalen Einen, vielmehr durch so viel mehrere Gestirne, erscheint auffallend. Bei näherer Betrachtung zeigen sich, wie ich sodann auch erst noch bemerken muß, die also an Größe ziemlich gleichen Bahnen jener fünf Gestirne äußerst kunstreich verschlungen, dergestalt daß, jener ihrer gegenseitigen Lage ohnerachtet, doch einem Zusammenstoße der darin umlaufenden fünf Weltkörper durch die getroffne Anordnung, mit großer Umsicht vorgebeugt ist, indem z. B. Pallas und Juno ihre Knoten in Längenpuncten haben, in welchen dagegen Ceres ihre größte Breite erreicht, wonach diese Planetoiden also, selbst bei ganz gleichzeitigem Ankommen in denselben (Längen-) Puncten, doch nicht zusammen treffen, sondern über einander weggehen würden.

Ferner gibt die, im Verhältnisse zu den Planeten (etwann Mercur — s. d. A. S. 94. — ausgenommen), sehr große Excentricität dieser sämmtlichen elliptischen Planetoiden-Bahnen, welche schon in den betreffenden Einzel-Vorträgen hervorgehoben ist, und wodurch man gleich an Kometenbahnen (vergl. d. A. und unten) erinnert wird, einen merkwürdigen Unterscheidungscharakter mehr ab: bei Juno (s. auch diesen Art. S. 823.) z. B. beträgt die Excentricität noch über den vierten Theil der halben großen Axe, wodurch nicht nur die, rücksichtlich der Gleichmäßigkeit, von diesem Elemente abhängige elliptische Bewegung höchst unregelmäßig wird, sondern auch die Entfernungen von der Sonne und von der Erde sehr verschieden ausfallen*.

Alle diese mathematischen Verschiedenheiten* berechtigen demnach bereits zu dem Schlusse, daß die „Planetoiden" auch unter dem physischen Gesichtspuncte von den Planeten verschieden seyn mögen. Nun haben wir aber außerdem schon im betreffenden Artikel gesehen, daß die letzteren in zwei, unter sich ebenfalls höchst verschiedene Kategorien („Gruppen") zerfallen, deren erstere mit dem Mars schließt, indeß die zweite mit dem Jupiter anhebt; und wir finden nun hier, daß die Aetherkluft eben zwischen diesen, also die Gruppengrenzen abgebenden, beiden Planeten durch die „Planetoiden" erfüllt ist, welches somit jene Vermuthung bestätiget, und die früher aufgestellte Ansicht, „daß die Planetoiden nur als Uebergangsglieder von der ersten zur zweiten Gruppe betrachtet werden müssen," rechtfertiget. Die unmittelbaren Beobachtungen charakteristischer Unterschiede rücksichtlich dieser physischen Beschaffenheit der Planetoiden, sowohl von der ersten als auch von der zweiten Gruppe sprechen noch bestimmter dafür: das Teleskop hat uns von dem Daseyn gewaltiger Atmosphären dieser Gestirne, mit denen die planetarischen Atmosphä-

scheinlich in dieser Region noch mehrere Planetoiden aufgefunden werden werden

* Wir haben oben die mittlere Entfernung, d. h. also die halbe große Axe der Junobahn, = 2,67 Sonnenweiten (zu 20000000 Meilen) = etwann 55000000 Meilen gefunden, wonach die Excentricität $\left(\frac{55000000}{4} =\right)$ nahe 14000000, die kleinste Entfernung von der Sonne (55 − 14 =) 41, und die größte (55 + 14 =) 69000000 Meilen beträgt. In jener kleinsten Entfernung der Juno von der Sonne kommt ihr die Erde in der Opposition noch um 20000000 Meilen näher, so daß die gegenseitige Entfernung dann nur (41 − 20 =) etwann 21000000 Meilen ist, wogegen dieselbe beim obigen größten Abstande von der Sonne auf (69 + 20 =) 89000000 Meilen steigt.

* Man kann dahin auch noch die, im Verhältnisse zu den Planeten wiederum äußerst bedeutende Neigung der Bahnen der „Planetoiden" rechnen, welche z. B. bei Pallas (s. d. besond. A.) auf 34° steigt, so daß die sonstige Grenze der Zone des Thierkreises (Zodiacus; vergl. Thierkreis) bedeutend überschritten wird. Herschel (der Sohn) nennt die Planetoiden in seiner „Astronomie." (Franz. Uebers. Brüssel. 1837. 8.) daher auch „ultra-zodiacales."

ren gar keine Vergleichung aushalten, überzeugt; die Planetoiden zeigen sich, eine Erscheinung, die auch an keinem Planeten bemerkt wird, oft in einem dichten Nebel eingehüllt, während sie zu andern Zeiten im reinsten Lichte strahlen, und scharf begrenzt sind; die Farbe dieses Lichtes ist ferner auffallend veränderlich, bald bläulich, bald röthlich, bald ganz weiß u. s. w.*; — und diese Vereinigung von Umständen scheint demnach meine obige Annahme wegen des Verhältnisses der Planetoiden zu den beiderseitigen Planetengruppen über allen Zweifel zu erheben.

Eine andere Hypothese, welcher ich früher auch angehangen habe, betrachtet die Planetoiden freilich unter dem ganz andern Gesichtspuncte „erst im Werden begriffner Weltkörper," wozu die vorn, mit Verweisung hierher, hervorgehobene Aehnlichkeit ihrer Bahnen mit den Bahnen der Kometen, von welchen Gestirnen man Dieß wohl auch angenommen hat, allerdings einige Veranlassung gibt; — und noch weiter geht der vielfach erwähnte, ehrwürdige, jetzt verewigte Bremer Astronom Olbers, indem Er diese kleinen Körperchen als „Bruchstücke eines geborstenen größeren Planeten" ansieht. Allein die oben von mir ausgezeichnete kunstreiche Verschlingung ihrer Bahnen, woraus vielmehr die Absicht der Vorsehung (des — vergl. B. I. S. 1018 — „Himmels-Architekten") einer Zerstörung vorzubeugen hervorleuchtet, weist die Voraussetzung der Entstehung der Planetoiden durch eine Zerstörung zurück; und ihr gleich Eingangs nachgewiesener bestimmter Rang in der planetarischen Progression gewährt im Gegentheile die Ueberzeugung eines gemeinzeitigen Ursprunges mit dem übrigen Systeme, wiewohl die Nachweisung ihrer Existenz nur erst mit den vervollkommneten Werkzeugen der heutigen Astronomie hat gelingen wollen.

Dieß mag, vom Standpuncte collectiver Betrachtung aus, über die Planetoiden hinreichen; jetzt habe ich, wie gesagt, nur noch speciell von der erst indeß entdeckten

Asträa,

als dem also fünften dieser Gestirne, zu handeln, in welchem Bezuge ich auch gleich vorn auf den Schluß des gegenwärtigen Artikels verwiesen habe.

Dieser neue Systemskörper (Planetoide) ist aber, angeführtermaßen, am Abend des 8ten Decbr. 1845, von dem, zu Driesen in der Neumark, der beobachtenden Astronomie lebenden, pensionirten Preußischen Postbeamten Hencke, im Sternbilde des Stiers aufgefunden worden.

Die Entdeckung wurde vom glücklichen Entdecker sofort unserm Berliner Astronomen Encke* angezeigt, welcher das Gestirn mit dem Observator an der Berliner Sternwarte, dem schon oben erwähnten Dr. Galle, in seinem Laufe verfolgte, so daß sich Galle bald im Stande fand, auf vollständige drei** Beobachtungen (vom 14ten und 31ten December 45 und 15ten Januar 46) die auch schon oben erwähnte Berechnung der Elemente dieses neuen Planetoiden zu begründen, welche Elemente ich hier, mit Weglassung kleinerer Theile, wovon die Ursache in der voraufgehenden Anmerkung angedeutet ist, folgen lasse:

* Schröter's (des uns bekannten Lilienthaler Astronomen) „Beobachtungen der neu entdeckten Planeten" (Planetoiden). Göttingen. 1805. 8. passim.

* Diese Aehnlichkeit der Namen des Driesener Entdeckers Hencke und des großen Berliner Astronomen Encke hat in französischen Blättern zu Verwechslungen Anlaß gegeben.

** Anweisung zu einer solchen „Determinatio orbitae e *tribus* observationibus *completis*" in unseres Gauß viel citirter „Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis Solem ambientium." Hamburg. 1809. gr. 4. S. 131 flgd. Selbst kann ich mich hier auf das ganze Detail, Plangemäß, nicht einlassen; ich bemerke nur, daß unter „completis" der Inbegriff von gerader Aufsteigung und Abweichung verstanden wird.

1846. Januar 0.* Mittlere Berliner Zeit
(d. h. also 1845. Decbr. 31. 0^h solcher mittl. Berl. Zeit).

Mittlere Anomalie		319 Grad.
Länge des Perihels (in der Bahn)		135 —
Mittlere Länge (eben so)		94 —
Länge des aufsteigenden Knotens (eben so)		141 —**
Neigung		5 —
Halbe große Axe	2,59 Halbmesser der Erdbahn (= 1).	
Excentricität	0,19 der halben großen Axe der Bahn der Asträa (= 1).	
Umlaufszeit	4 Jahr (zu 365¼ T.) 62 Tage (= 1523 T.).	

Angaben über den scheinbaren Durchmesser dieses wahrscheinlich außerordentlich kleinen Himmelskörpers finde ich noch nicht, so wenig als Andeutungen über seine physische Beschaffenheit, in welcher er nach aller Analogie wohl den andern Planetoiden gleichen wird. Ich darf daher nur noch bemerken, daß demselben sein Name „Asträa" auf den Wunsch des Entdeckers beigelegt worden ist, welcher auch sein Zeichen: einen umgekehrten Anker (⚓), für ihn bestimmt, und eine schöne Charte der Region des Stier-Sternbildes, in welchem er, angegebenermaßen, aufgefunden worden, herausgegeben hat; — und da ich solchergestalt Weiteres über diesen neuesten „Planetoiden" nicht hinzuzufügen habe, die gewöhnlichen historischen und literarischen Notizen über die Gesammtheit dieser Gestirnklasse aber schon im Laufe des Vortrages beigebracht sind, so beschließe ich also den Artikel damit.

* Der Astronom rechnet (s. Zeit, oder auch schon Gleichung der Zeit, S. 653), wie ich schon öfter bevorwortet habe, nicht wie der Kalender von Mitternacht, sondern von Mittag ab; sein 1ster Januar z. B. fängt erst im Augenblicke des (mittleren) Mittages dieses Kalendertages an (wenn nach gewöhnlicher Rechnung schon 12 Stunden desselben verstrichen sind): Er schreibt dann 0^h und zählt bis zum folgenden Mittage (nach dem Kalender schon dem Mittage des 2ten Januars) in einem fort bis 24^h, womit der astronomische 1ste Januar allererst schließt. Eben so läuft der astronomische 31ste Decbr. vom Mittage dieses Tages bis zum Mittage des 1sten Januar; der Astronom nennt den so bestimmten Tag aber aus Gründen, welche im Art. Epakten, S. 326, und Epoche, S. 337, erklärt sind, Januar 0, dem zu Folge, wie ich oben sage, Januar 0 so viel als 31st. Decbr. 0^h ist. — Dieß zur Erklärung des obigen astronomischen „terminus technicus," welcher sonst Bedenken erregen könnte.

** Ich wähle diese Anordnung, um Gelegenheit zur Wiederholung einer schon öfter gemachten Bemerkung zu finden. Was heißt nämlich „Länge in der Bahn" im Gegensatze von Länge in der Ekliptik? welcher Punct vertritt in der ersteren den Frühlingspunct (vgl. d. A.), von welchem an in der letzteren gezählt wird? — Man nimmt in der (kreisförmig gedachten) Bahn rückwärts vom aufsteigenden Knoten einen, des letzteren Abstande vom Frühlingspuncte (in der Ekliptik) gleichen Bogen, und zählt von dieses Bogens anderem Endpuncte an in der Bahn. Diesergestalt findet man, vom so bestimmten Bahnpuncte an rechnend, oben die mittlere Länge in der Bahn = 94°, indem der Bahnbogen der mittlern Anomalie = . . . 319°
und die Länge des Perihels in der Bahn . . . . . 135°
beträgt, weil 360° von der Summe der . . . . . 454°
abgezogen, jene 94 lassen; der Planet steht vom Perihel 319°, letzteres vom Anfangs-Zählpuncte 135°, und der Planet demnach von diesem $319 + 135 - 360 = 94°$ ab. — Für Astronomen würde diese Auseinandersetzung sehr überflüssig seyn; aber viele solche Leser, wie sie sich mein Werk denkt, werden die darauf verwendete Mühe mit Dank anerkennen.

Planetenmaſchine, ſ. Planetarium.

Planet, mittlerer, ſ. Mittlerer Planet.

Planetenſyſtem, ſ. Weltſyſtem, wo die früheren ſowohl als die jetzigen Anſichten von der Ordnung und Verbindung, in der die verſchiedenen Geſtirne unſeres (Sonnen-) Syſtemes unter einander ſtehen, welche Darſtellung eben den Gegenſtand des ſo benannten Artikels ausmacht, erklärt werden.

Planetentafeln; Tabulae motus planetarum; *Tables du mouvement des planètes.* Tafeln, welche dazu dienen, den jederzeitigen Himmelsort eines Planeten zu ermitteln.*

Wir wiſſen, daß die ſämmtlichen (Haupt-) Planeten unſeres Syſtems in elliptiſchen Bahnen (vergl. d. A.) um die Sonne laufen, und daß der allaugenblickliche Ort eines Planeten zunächſt mit Beziehung auf dieſe ſeine Bahn (der Bahnort) von gewiſſen Bahn-Beſtimmungsſtücken abhängt, welche deßhalb den Namen der Elemente (ſ. auch dieſen Art.) führen. Aus dieſen Elementen läßt ſich alſo, erſtens, der Ort des Planeten in der Bahn, d. h. wie ihn ein Beobachter auf der Sonne, um welche der Planetenlauf, angegebenermaßen, erfolgt, in dieſer Bahn fände, für jeden Augenblick angeben. Im Artikel Heliocentriſch ſind ſodann aber zweitens die Methoden zur Reduction eines ſolchen Planeten-Bahnortes auf den entſprechenden „ſonnenſichtigen" Planetenort in der Ekliptik gelehrt; und der Artikel Geocentriſch endlich zeigt drittens, wie aus dem heliocentriſchen Planetenorte in der Ekliptik der „erdſichtige" Ort (als letzter Zweck des irdiſchen Beobachters) nach Länge und Breite in der letzteren (oder auch gleich nach gerader Aufſteigung und Abweichung) abzuleiten ſteht. Zur Erleichterung aller dieſer Berechnungen hat man nun mehrfache Tafeln; namentlich und beſonders eine Tafel der erwähnten Elemente, eine fernere Tafel der darauf begründeten mittleren Planetenbewegung für die einzelnen Monate, Tage, d. h. des entſprechenden mittleren* Bahnortes, woraus der wahre folgt, ſammt der täglichen Größe der (vergl. unten) Radien vectoren u. ſ. w.; und alle dieſe Tafeln führen eben den obigen gemeinſchaftlichen Namen der „Planetentafeln." Ich kann davon jedoch hier nur die „Elemententafel" beibringen,** und muß mich auf deren allgemeinſte Anwendung beſchränken, wegen des Details der ferneren Operationen aber auf die citirten Artikel Heliocentriſch und Geocentriſch verweiſen.

* Ich bevorworte gleich, im Collectiv-Artikel (Tafeln) Tabellen, wo ich den Gegenſtand erſt in ſeiner weiteren Ausdehnung, auch auf Hülfstafeln behandeln kann, ausführlicher darüber zu ſeyn.

* Vergl. d. beſondern Artikel Mittlerer Planet.

** Ich darf mich um ſo mehr auf dieſelbe beſchränken, als ſie, wie wir uns nach ihrer Erörterung überzeugen werden, die Stammtafel abgibt, zu welcher ſich die übrigen Planeten-Tafeln nur wie weitere Ausführungen und rechnende Erleichterungsmittel verhalten: unmittelbar gewährt ſie eigentlich Alles. — Die Leſer müſſen dieſen Geſichtspunct für ſie bei den nachſtehenden Entwicklungen feſthalten.

Hier folgt also diese

„Elementen-Tafel,“

und zwar:

für den mittleren Pariser Mittag des 1sten Januar 1810.

	Halbe große Axe.	Verhältniß der Excentricität e.	Epoche 1810.	Tägliche tropische Bewegung.	Länge des Periheliums 1810.	Säcul. Aenderung tropisch.	Länge des aufsteig. Knotens 1810.	Säcul. Aender. des Knotens tropisch.	Neigung.
Mercur	0,38710	0,2056	293° 32′,32	4°,09238	74° 30′,23	1°,55	46° 4′,02	1°,18	7° 0′,00
Venus	0,72333	0,0064	236° 16′,25	1°,60217	128° 44′,30	1°,32	74° 57′,30	0°,88	3° 23′,47
Erde	1,00000	0,0168	99° 29′,03	0°,98568	99° 39′,37	1°,72	— —	—	— —
Mars	1,52369	0,0932	346° 28′,58	0°,52407	332° 33′,82	1°,83	48° 3′,80	0°,75	1° 51,′08
Vesta	2,3632	0,1838	103° 44′,90	0°,27120	250° 19′,0	1°,39	103° 10′,20	1°,39	7° 7′,78
Juno	2,6704	0,2544	95° 21′,20	0°,22591	53° 16′,0	1°,39	171° 9′,83	1°,39	13° 4′,45
Ceres	2,7672	0,0785	61° 12′,53	0°,21414	146° 44′,0	1°,39	80° 56′,92	1°,39	10° 37′,50
Pallas	2,7683	0,2440	49° 9′,38	0°,21400	121° 22′,0	1°,39	172° 33′,90	1°,39	34° 37′,47
Jupiter	5,20116	0,0482	25° 24′,03	0°,08313	11° 17′,80	1°,58	98° 30′,07	0°,96	1° 18′,85
Saturn	9,53781	0,0562	244° 37′,53	0°,03350	89° 15′,18	1°,93	112° 0′,92	0°,77	2° 29′,63
Uranus	19,18318	0,0467	216° 27′,98	0°,01177	167° 29′,62	1°,46	73° 53′,58	0°,39	0° 46′,43

Diese Tafel gibt zugleich die Aenderung der Länge des Knotens und des Periheliums für 100 Jahre, von der Epoche 1810 gerechnet. Zwar ist auch die Neigung und die Größe e ähnlichen Veränderungen unterworfen, sie sind aber so klein, daß sie hier ganz übergangen werden können. — Von dem neuen Planeten Neptun und dem neuen Planetoiden Asträa (vergl. die voraufgehenden Artikel Planeten und Planetoiden) kann in dieser Tafel natürlich noch keine Rede seyn.

Diese Tafel ist hinreichend, den heliocentrischen Ort der Planeten für jede gegebene Zeit zu finden. Suchen wir z. B. den heliocentrischen Ort Saturns für den 12. November 1835. Die Tafel gibt die Epoche für den Anfang des Jahres 1810 gleich 244°,6055. Das Intervall zwischen diesen beiden Zeiten beträgt 25 Jahre (zu 365 Tagen) und 316 Tage, wozu noch die 6 Schalttage gezählt werden müssen, also 25 gemeine Jahre und 322 Tage.

Nach derselben Tafel ist die mittlere tägliche tropische Bewegung Saturns 0°,03350, die daher in einem gemeinen Jahre 12°,2372, und in 25 solchen Jahren 305°,6875, und endlich in 322 Tagen 10°,7870 beträgt. Wir haben daher

1810 . .	244°,6055
25 Jahre .	305°,6875
322 Tage .	10°,7870
	561°,1000 od. 201°,1000

oder die mittlere Länge Saturns zunächst in der Bahn ist für die gesuchte Zeit gleich 201° 6′,0. Eben so ist die Länge des aufsteigenden Knotens für 1810 gleich 112° 0′,92, und die Veränderung in 25 Jahren 11′,3, also für die gesuchte Zeit = 112° 12′, und die Neigung = 2° 29′,6. Endlich ist die halbe große Axe der Bahn 9,53781. Man hat nun zuerst die Länge des Perihels von jener mittleren Länge des Planeten in der Bahn zu subtrahiren, wodurch die mittlere Anomalie m erhalten wird. Es ist aber die Länge des Perihels für 1810 gleich 89° 15′,18, und die Aenderung desselben für 25 Jahre 28′,92, also die Länge des Perihels für die gesuchte Zeit 89° 44′,10, und daher die mittlere Anomalie = 111° 21′,9. Sucht man damit und mit der Größe der Tafel e = 0,0562 die wahre Anomalie v, so findet man 2 e sin m,* auf Bogen gebracht, = 5° 49′, so daß daher die wahre Anomalie des Planeten v = m + 5° 49′ = (111° 21′,9 + 5° 49′ =) . . . . . 117° 11′ kommt; — und addirt man zu dieser wahren Anomalie ferner wieder die obige Länge des Perihelium's . . . . . 89° 44,

wodurch man die wahre Länge in der Bahn = ... 206° 55′ erhält, und zieht man jetzt davon die obige Länge des aufsteigenden Knotens 112° 12′ ab, so findet sich, mit Bezug auf die Neigung, endlich das Argument der Breite* . 94° 43′

welches sodann die Grundlage zu der eben in den erwähnten Artikeln Heliocentrisch und Geocentrisch gelehrten Darstellung dieses letzteren Planetenortes abgibt; — so daß also, wie ich eben darthun wollte, eigentlich die einzige Elemententafel zur Behandlung der ganzen Aufgabe hinreicht.

Mit der Beziehung auf jene beiden Artikel und auf die schon oben versprochene weitere Ausführung im Vortrage über Tabellen („Tafeln") überhaupt, beende ich denn aber auch die gegenwärtigen Auseinandersetzungen über „Planetentafeln," indem ich Leser, welche ein Mehreres, namentlich analytisch-Erschöpfenderes, welches ich Plan-gemäß abweisen muß, verlangen, schließlich auf Littrow's (des verewigten Wiener Astronomen) „Vorlesungen über Astron." (mit Erläuterungen von seinem gleich verdienstvollen Sohne). Wien. 1830 figd. 3 Thle. gr. 8. — verweise, wo mir namentlich

* Siehe Gleichung der Bahn S. 637, wo die Relation zwischen wahrer (v) und mittlerer Anomalie (m) v = m + 2 e sin m nachgewiesen wird; das Zeichen + für das zweite Glied muß hier angewendet werden, indem (vergl. oben und die citirte Stelle) vom „Perihelium" an gerechnet ist.

* Freilich würde dazu auch der Radius vector (vergl. d. A.) erforderlich seyn, welchen ich aber, um hier die Uebersicht nicht zu erschweren, aus einer deßwegen schon oben besonders hervorgehobenen eigenen Tafel als bekannt voraussetze. Sonst ist derselbe (r), wohl zu merken, auch aus seiner Relation zur halben großen Axe (a) und mittleren Anomalie (wir haben sie m genannt), nämlich r = a − ae . cos m, unmittelbar abzuleiten, so daß, der obigen Bevorwortung gemäß, auch dafür die bloße „Elemententafel" hinreicht.

der Abschnitt S. 253 flgd. des II. Theiles über den in Rede stehenden Gegenstand der „Astronomischen Tafeln“ ganz besonders glücklich behandelt zu seyn scheint.

Planisphär; Planisphaerium, Planiglobium; *Planiglobe*. Die Verzeichnung einer Halbkugel mit den darauf befindlichen Gegenständen auf einer ebenen Fläche. So werden namentlich Halbkugeln des Himmels und der Erde auf ebene Flächen verzeichnet (Planisphaerium coeleste et terrestre; *Planiglobe céleste et terrestre*); meine Leser finden gewöhnlich auf den ersten Blättern Ihres Atlasses die „östliche und westliche“ (Erd-) Halbkugel in dieser Art dargestellt. Die Verzeichnung kann entweder nach orthographischer oder stereographischer Projection erfolgen, worüber ich im Art. Landcharte S. 36 flgd., auf welchen Artikel ich verweisen muß, alles erforderliche Detail beigebracht habe; ich erinnere aus diesem Artikel, des Folgenden wegen, nur noch daran, daß eine solche Darstellung der einen oder der andern Erd- oder Himmels-Halbkugel ein Polar-„Planisphär“ heißt, wenn der Kreis des Aequators den Grenzkreis der Charte, der betreffende Pol aber den Mittelpunct abgibt, demgemäß die (Abweichungskreise oder) Meridiane (die Quadranten derselben) gerade, im Pole zusammenlaufende und dort dieselben Winkel mit einander, wie jene selbst, einschließende Linien, die Parallelen des Aequators aber concentrische Kreise von ihm werden. Mit einer so eingerichteten, des bequemeren Gebrauchs wegen gewöhnlich auf Pappe gezogenen Verzeichnung (einem „Planisphär“), z. B. unserer Nord-Himmels-Halbkugel, lassen sich nämlich manche astronomische Forderungen eben so gut als mittelst des Globus erfüllen. Ist, um Einen Fall auszuheben, der Aequator eines dergleichen „Planisphärs“ vom Frühlingspuncte (o) ab, und von der Rechten zur Linken in seine 360° getheilt, und wird dann die gerade Aufsteigung eines Fixsterns verlangt, so gibt ein vom Pole durch den Stern an den Aequator gelegtes Lineal dieselbe dort an, gleichwie das Abstandsmaß des Parallelkreises dieses Sterns vom Aequator die Abweichung bestimmt. — Mehrere Beispiele in Bode's (des verewigten Berliner Hof-Astronomen) „Erläuterung der Sternkunde.“ 3. Aufl. Berlin. 1808. 2 B. gr. 8. I. 103 flgd. Auch hat, wie ich neben dieser literarischen zugleich noch als historische Notiz anführe, schon der uns bekannte alte Alexandrinische Astronom Claudius Ptolemäus über diesen Gegenstand ein auf uns gekommenes Werk: „*Cl. Ptolemai* Planisphaerium cum comentar. *Federici Commandini.*“ Venet. 1558. geschrieben. Der Artikel Sternkarten führt mich übrigens hierauf auch noch besonders zurück.

Planspiegel (von dessen Eigenschaft, die ihn treffenden Strahlen unter demselben Winkel, unter dem sie auf ihn fallen, zurückzuwerfen, in der Lehre von den astronomischen Instrumenten häufig Gebrauch gemacht wird), s. Spiegel.

Platonisches Jahr, s. Vorrücken der Nachtgleichen, wo die Sache allererst ordentlich erklärt werden kann.

Polarisation des Lichtes; Polarisatio luminis; *Polarisation de la lumière*. Die Eigenheit des Lichtes, gewisse Eigenschaften, die dasselbe besitzt, so lange es von selbstleuchtenden Körpern: der Sonne, den Fixsternen, unmittelbar ausgeht, dagegen einzubüßen, wenn es zuvor auf an und für sich dunkle Körper (Planeten, Monde) fällt, und von diesen nur reflectirt wird, also bloß mittelbar (schon „polarisirt“) zu uns gelangt. Die nähere Angabe dieser Eigenschaften, gleichwie der daraus abgeleiteten Gründe der für die Sache gewählten obigen Benennung, gehört in die Physik; der Astronomie hat dieser Umstand aber zur Entscheidung der Frage gedient, ob gewissen Weltkörpern eigenes oder nur erborgtes Licht beiwohne; — und man hat sich auf diese Weise überzeugen können, daß das Licht der Fixsterne (vergl. d. Art. S. 544), gleich dem der Sonne, ein eigenes (noch „unpolarisirtes“), das Licht der Kometen (s. Kometen, S. 952) aber, wie das planetarische, ein erborgtes (und daher schon „polari-

sirtes") ist. — Näheres besonders in dem vom verewigten Leipziger Astronomen Brandes für die mehrfach citirte „neue Ausgabe von Gehler's physikal. Wörterbuche" gearbeiteten, eben so gründlichen als ausführlichen Artikel Polarisation.

Polarität; Polaritas; *Polarité*. Dieser Ausdruck hat in der Naturphilosophie die allgemeine Bedeutung „getrennter Kräfte" erlangt, „welche sich in ihrer Vereinigung neutralisiren"; und es ist demgemäß behauptet worden, „daß eine durchgreifende Polarität das ganze Universum beherrsche." Die Astronomie weiß eine solche „Polarität" bei ihren Untersuchungen in diesem Umfange noch nicht nachzuweisen, und begnügt sich, mit „Polarität" in der Lehre vom Magnet, soweit derselbe vor ihr Forum gehört, diejenige Eigenschaft der Magnetnadel (vergl. Compaß, S. 193) zu bezeichnen, in deren Gemäßheit sie sich nach den magnetischen Polen des Erdkörpers richtet. — In jener weiteren Bedeutung einer, dem ganzen Universum beiwohnenden Eigenschaft findet sich die Lehre von der „Polarität" dagegen abgehandelt durch Wilbrand (dem Gießener Naturphilosophen): „Gesetz des polaren Verhaltens in der Natur." Gießen. 1819. 8., eine Notiz, welche manche Leser hier vielleicht gern antreffen.

Polarkreise, Polarcirkel; Circuli polares; *Cercles polaires*. Diesen Namen führen auf der Erd- und Himmelskugel zwei kleinere Kreise, deren sämmtliche (Umfangs-) Puncte von den Polen dieser Kugeln um das Maß der Schiefe der Ekliptik (s. den Art.), etwann 23½°, abstehen; sie heißen, nach Maßgabe der Pole, auf welche sie sich beziehen, der nördliche (arcticus; *arctique*; — ἄρκτος: der Bär, nämlich das Sternbild des Bären, wohin der Nordpol fällt) und der südliche (antarcticus; *antarctique*). Da sie in der angegebenen Art um die Pole gehen, so sind sie dem Aequator, von welchem sie demnach 66 /₂° (66½° + den obigen 23 /₂° = 90°) abstehen, parallel, d. h. sie gehören am Himmel zu den Tagkreisen, auf der Erde zu den Parallelkreisen (vergl. beide Artikel).

Am Himmel stehen die Pole der Ekliptik (s. d. A.), der „Schiefe der Ekliptik" zufolge,* auch um deren Maß von den Weltpolen ab, daher hier die beiden Polarkreise zugleich die Tagkreise abgeben, welche jene „Pole der Ekliptik" beschreiben.

Auf der Erdkugel umschließen die Polarkreise die beiden kalten Zonen (Erdstriche, S. 391) und begrenzen die gemäßigten. Der nördliche Polarkreis geht durch Grönland, Lappland, den nördlichen Theil von Sibirien, Kamtschatka, Californien, den nördlichen Theil von Amerika, durch das Eismeer und Island. Der südliche fällt in großentheils noch wenig bekannte Gegenden um den Südpol (der Anblick Ihrer, durch die neuesten Entdeckungen bereicherten Charten zeigt meinen Lesern jedoch, daß derselbe allermeistens nur Meer trifft). Man belegt die von den beiden Polarkreisen umschlossenen Länder mit dem gemeinschaftlichen Namen der Polarländer (terrae polares; *pays polaires*).

Da jedem Puncte dieser, wie gesagt, von den Rotationspolen um 23½° abstehenden Polarkreisen der Erdkugel ein, um eben so viel gegen den Aequator geneigter Horizont entspricht, die Ekliptik aber, angegebenermaßen, diese „Schiefe" hat, so gibt sie also den Horizont der Polarkreise ab; und indem sie von den Wendekreisen begrenzt ist, muß die Sonne bei Durchlaufung der letzteren den Polarkreisen Einmal ganz im, und Einmal ganz unter ihrem Horizonte bleiben, d. h. jeder dieser Kreise hat im Jahre (abgesehen von den Einflüssen der — s. d. A. — Strahlenbrechung) Einen 24stündigen Tag und Eine eben so lange Nacht: sein längster Tag, gleichwie seine längste Nacht dauern volle 24 Stunden.

* Fielen nämlich die Ekliptik und der Aequator zusammen, so würden dieß auch ihre Axen und deren Endpuncte (Pole) thun; da sie aber einen Winkel (eben die „Schiefe der Ekliptik") mit einander machen, so stehen auch ihre Pole um diesen Winkel von einander ab.

Da die Schiefe der Ekliptik (vgl. wieder d. A.) veränderlich ist, so verändert sich damit auch die, in der bevorworteten Art von ihr abhängige Stelle und Größe der Polarkreise; bei der Geringfügigkeit jener Veränderung (und ihrem bloßen Hin- und Herschwanken zwischen festen Grenzen) deute ich diesen Umstand jedoch nur unter dem theoretischen Gesichtspuncte an.

Der Begriff der „Polarkreise" ist übrigens, wie ich aus der für mich so wichtigen Rücksicht auf planetarische Analogien auch noch hinzufüge, keinesweges auf den Planeten Erde eingeschränkt, sondern mit ihm vielmehr allen übrigen Planeten gemein, welche, wie unser Planet, eine „Schiefe der Ekliptik" (eine Neigung der Ebene ihres Aequators gegen die Ebene ihrer Bahn um die Sonne) zeigen; beim Mars z. B. (s. d. A. S. 72) beträgt diese „Schiefe" fast 29°, und um eben so viel (also fast 6° mehr als bei uns) stehen demnach die Mars-„Polarkreise" von den respectiven Rotationspolen dieses Planeten ab; jede seiner kalten Zonen erstreckt sich vom betreffenden Pole, 29 (Meridian-) Grade nach dem (Mars-) Aequator hin. — Ueber die physischen Folgen davon habe ich mich aber nicht bloß im genannten Artikel, sondern, vergleichend, auch schon in Erdpole, S. 388, erklärt, und verweise schließlich dahin.

Polarprojection, s. den kurz vorangehenden Art. Planisphär, wo der Begriff, namentlich in Bezug auf die für uns wichtigere Himmels-Halbkugel, nur eben erst vollständig erklärt worden ist.

Polarstern, Nordstern, Leitstern; Stella polaris s. navigatoria;* *Étoile polaire*. Ein Fixstern zweiter Größe am äußersten Ende des Schwanzes vom kleinen Bären, welcher unter allen Sternen dem in unsern Ländern sichtbaren Weltpole: dem Nordpole (vergl. unten, jetzt), am nächsten steht, und daher dient, die Stelle dieses Pols kenntlich zu machen, und die Mitternachtsgegend (s. Mitternacht) zu finden. Um ihn kennen zu lernen, sucht man zuerst die sieben Sterne im großen Bären (septemtriones) auf, welche unter dem Namen des (großen) Himmelswagens allgemein bekannt und in unsern Ländern an jedem heitern Abende am mitternächtlichen Himmel sichtbar sind. Vier von diesen Sternen bilden ein längliches Viereck, gehören zum Körper des großen Bären, oder stellen die vier Räder des Wagens vor; die übrigen drei stehen in einer Krümmung und geben den Schwanz des Bären oder die Deichsel des Wagens ab. Denkt man durch die beiden letzten Sterne dieses Vierecks, also durch die „Hinterräder des Wagens," eine Gerade, und verlängert dieselbe nach dem, seiner ähnlichen Gestalt wegen der kleine Bär (oder kleine Wagen) geheißnen, nicht weniger allgemein bekannten Sternbilde hin, so trifft sie in dem Schwanze dieses „kleinen Bären" den obigen äußersten, zugleich durch seine Helligkeit ausgezeichneten Stern; — und dieser Stern führt nun, seiner geringen Entfernung vom (Nord-) Pole halber, wie gesagt, den Namen „Polarstern."*

Derselbe beschreibt also, eben dieses seines geringen Abstandes vom Nord-Weltpole wegen, bei der um die Pole erfolgenden, scheinbaren Tagesbewegung einen kaum merklichen Kreis: er scheint still zu stehen; wenn man ihn aus Einerlei Standorte, z. B. immer aus dem nämlichen Fenster betrachtet, so findet man ihn (überaus nahe) immer an derselben Stelle des Himmels, und demnach unter ihm im Horizonte (gleich genau) immer den Mitternachtspunct.

Eine strengere Beobachtung, vermittelst scharf getheilter Instrumente, zeigt indeß gleichwohl, daß derselbe nicht die eigentliche, also ganz unverrückte Polstelle einnimmt, sondern, bevorwor-

* „navigatoria." Schon die Phönicischen Schiffer nämlich, welchen der Gebrauch des Compasses (vergl. d. Art.) noch unbekannt war, bedienten sich dieses Sterns zur Bestimmung der Weltgegenden auf der See, um den Weg ihrer Schiffe danach zu richten.

* Wir werden ihn unter dem Eigennamen Cynosura (wörtlich Hundeschwanz) im Verzeichnisse der durch solche Eigennamen ausgezeichneten Fixsterne (siehe Sternbilder) wieder finden.

letermaßen, doch noch etwas vom Pole absteht; ja, dieser Abstand ist, wie ich auch schon durch das obige eingeklammerte „jetzt" angedeutet habe, und wie fortgesetzte Beobachtungen lehren, wegen des Vorrückens der Nachtgleichen (vergl. d. A.) selbst wieder veränderlich; — und dieses verwickeltere Verhältniß muß ich, mit anticipirendem Bezuge auf jenen Artikel, meinen Lesern recht klar zu machen suchen.

Was bezeichnet nämlich die eigentliche Stelle des (unseres Nord-) Pols am Himmel? — Versinnlichen wir uns die im Welten- (Himmels-) Raume frei um ihre Axe rotirende Erdkugel, so erscheint uns bei dieser Axendrehung natürlich der ganze Himmel, mit Ausnahme eines einzigen Punctes, in Bewegung, und dieser Punct ist also der betreffende Pol (Weltpol*); wenn wir jene Erdaxe (die sie abgebende gerade Linie, wie wir sie uns vorstellen) in Gedanken hinreichend verlängern, so trifft dieselbe am Himmel immer diesen, und zwar nur diesen einzigen, bei der Drehung allein in relativer Ruhe verharrenden Polpunct. Damit demnach die Axe beständig denselben Himmelspunct als Nordpol bezeichnete, müßte ihre Lage im Weltenraume, ihre Richtung, eben so beständig, eben so unveränderlich seyn: diese Axe müßte durchaus keinerlei Verrückung erleiden.

Dieß ist aber nicht genau der Fall. Die Leser mögen, mit Bezug auf den citirten Artikel „Vorrücken der Nachtgleichen," an Ihren runden Tisch treten, dessen Platte die Ebene der Erdbahn (Ekliptik) vorstellen soll, und auf dessen Rande die Erde also beim Jahreslaufe fortrückt. Dabei ist jene Rotationsaxe gegen die Platte (Ebene der Ekliptik, vergl. d. A., S. 298 ff.) unter einem Winkel von etwann 66½° geneigt, und macht also mit einer auf der Platte Senkrechten** dagegen den (hier unveränderlich angenommenen) Winkel von (90 − 66½ =) 23½°. Bliebe sie sich bei jenem Jahreslaufe und der damit verbundenen Rotation vollkommen parallel, so würde sie, wegen der unermeßlichen Entfernung des Himmels mit seinen Sternen, immer nach dem nämlichen Puncte, und, wenn derselbe gerade ein Stern wäre, immer nach dem nämlichen Sterne gerichtet bleiben, sie würde dann immer den nämlichen Polpunct bezeichnen. Allein sie drehet sich vielmehr während eines jeden Umlaufes unter dem angegebenen Winkel westwärts (nach der rechten Hand hin), ein wenig um die bezeichnete Senkrechte, als wenn sie in dieser Richtung allmälig einen Kreis° um dieselbe beschreiben wollte, und trifft also andere Himmelspuncte, welche somit nun Polpuncte werden, und denen ein anderer Stern, als nunmehriger „Polarstern," näher wie der solchergestalt von der Axe verlassene liegt. — Dieß ist der, wie gesagt, im Art. Vorrücken der Nachtgleichen noch weiter aufzuklärende Vorgang, welchen man durch die vorgeschlagene Zuhülfenahme der Tischplatte sehr anschaulich machen kann; und aus den also entwickelten Gründen sage ich oben von der „Cynosura," sie sey (obwohl diese Verrückung der Polstelle [vergl. das gleich Folgende] sehr langsam vor sich geht) nur für jetzt der Polarstern. Zu den Zeiten des Griechischen Astronomen Eudoxus (von Gnidus), um 350 vor Christus, war demgemäß sogar der Stern β in der Schulter des kleinen Bären dem Pole näher, als der jetzige Polarstern, und damals gab also dieses β den Polarstern ab. Dem gegenwärtigen Polarsterne: eben der Cynosura, rückt die Rotationsaxe der Erde und der in dieser Art durch sie bezeichnete (Nord-) Weltpol für jetzt sogar noch immer näher: Tycho fand 1577 seinen Abstand vom Pole fast 3°, 1682 war ihm der

* „Weltpol" zum Unterschiede von den Polen der Ekliptik, von denen erst gleich nachher die Rede seyn kann.

** Diese also bezeichnete Senkrechte ist demnach die Axe der Ekliptik, und sie führt zu den „Polen der Ekliptik," deren ich, um den Unterschied von den „Weltpolen" hervorzuheben, eben erwähnt habe.

° Als wenn, wie ich nur sagen kann, die „Weltpole" einen Kreis um die „Pole der Ekliptik" durchliefen.

Pol schon bis auf 2′/₂° * nahe gekommen; und seitdem bis auf unsere Tage hat sich dieser Polabstand von der Cynosura bis auf 1′/₂° verringert. Man möchte hieraus schließen wollen, daß der Pol und dieser Polarstern endlich coincidiren müßten; allein dazu würde, wie nun leicht einzusehen ist, gehören, daß sich letzterer Stern auf dem Kreise selbst befände, welchen der Weltpol in der angegebenen (constanten) Entfernung von etwann 23′/₂° um den Pol der Ekliptik durchläuft. Dieß ist aber wieder nicht der Fall; der Abstand der Cynosura vom Pole der Ekliptik (das Complement ihrer Breite) beträgt vielmehr 23° 55′; und wenn ihr also der, angegebenermaßen, von jenem Pole stets 23° 30′ entfernt bleibende (ihn in dieser Distanz umkreisende) Weltpol auch im nämlichen Breitenkreise so nahe als möglich kommt, so stehen doch beide (in Breite) noch immer (23° 55′ − 23° 30′ =) 25 Minuten von einander entfernt. In diesen „Breitenkreis," von welchem die für jetzt nachgewiesene Entfernung ** noch 1′/₂° beträgt, wird der Weltpol, da die Annäherung, wie wir gesehen haben, auf 100 Jahre etwann ′/₂° beträgt, demnach in beiläufig 300 Jahren treten; es wird alsdann jener kleinste gegenseitige Abstand Statt finden; zugleich aber wird der Pol auch schon wieder weiter einem andern Fixsterne zurücken, welcher somit in späterer Zeit den „Polarstern" abgibt; — und wenn meine Leser nun eine Sterncharte vornehmen, in derselben um den Pol der Ekliptik einen Kreis von 23′/₂° Halbmesser beschreiben und denselben, vom jetzigen Polarsterne (Cynosura) ab, in der oben bezeichneten Richtung (westwärts) nach der rechten Hand oder, da man in dieser Art von Bezeichnung nie zu genau seyn kann, „wider die Folge der Zeichen" (s. d. Art.) verfolgen, so werden Sie finden, daß derjenige Stern, welcher solchergestalt zunächst „Polarstern" werden wird, das γ des Cepheus ist.

Wir haben bisher bloß von dem uns sichtbaren Nordpole gesprochen. Dem Südpole steht das Sternbild des See-Octanten am nächsten; da dasselbe aber nur kleinere Sterne (keine Sterne erster oder auch, wie — s. vorn — Cynosura, nur zweiter Größe) enthält, so wird das β der kleinen Wasserschlange, Fixstern zweiter Größe, obwohl derselbe über 11° vom Südpol absteht, für den südlichen „Polarstern" angenommen. — Hiermit beschließe ich diesen Artikel, mir vorbehaltend, von der Anwendung des „Polarsterns" zur Bestimmung der „Polhöhe," als des von allen Circumpolarsternen (vergl. d. A.) dabei am öftersten benützten, in dem eigenen Artikel Polhöhe besonders zu handeln.

Polarzonen, „kalte Zonen," s. Erdstriche, S. 391.

Poldistanz; Distantia a polo; *Distance au pole.* Der Abstand eines Gestirns vom Pole; ist von den Polen des Aequators, von den Weltpolen, die Rede, das Complement der Abweichung; bezieht man sich aber auf die Pole der Ekliptik, das Complement der Breite.

Pole; Poli; *Poles.* Das Wort „Pol" ist aus dem Griechischen πόλος entnommen, welches von πέλω (ich drehe um) abgeleitet wird; die Astronomie bezieht dasselbe, dieser Etymologie gemäß, besonders auch auf die sich „drehende" Erd- oder Himmelskugel und nennt „Pole" die Endpuncte der (Kugel-*) Axe (s. d. Art. und unten), um welche diese Drehung erfolgt. Da der Ausdruck Axe aber auch vom Kreise** allein

* Das Fortrücken des Weltpols in Bezug auf die Cynosura, ihre gegenseitige Abstandsabnahme, hatte also in etwann 100 Jahren (1577 − 1682) nahe ′/₂° = 30′ = 1800″, und demnach auf das Jahr beiläufig nur 18″ betragen, auf welche Langsamkeit dieses Fortrückens ich eben im Texte hindeute.

** Ich habe die Entfernung zwar oben auf den Stern selbst bezogen; sie kann aber für seinen Breitenkreis nur unmerklich anders ausfallen.

* „Kugel" (vergl. unten) nicht in der strengsten Bedeutung.

** In diesem Art. Kreis fehlt die obige Erklärung; ich bitte sie dort nachzutragen.

steht, und eine auf dessen Ebene in seinem Mittelpuncte Senkrechte bezeichnet, so heißen nicht weniger die Endpuncte der Kreisaxe „Pole"; in diesem Sinne sind z. B. die Endpuncte jener Drehungsaxe der Erdkugel zugleich die „Pole" des Erdäquators mit seinen Parallelen, welchen in gleicher Art am Himmel die Pole des Himmelsäquators entsprechen, und eben so gewähren die Endpuncte der Axe der Ekliptik die Pole* dieses letzteren Kreises u. s. w. (vgl. unten).

Diese Pole stehen demgemäß von allen (Umfangs-) Puncten jedes Kreises, auf welchen man die Axe bezieht, gleich weit, und von den Puncten des größten Kreises also überall um 90° ab. Und wenn sich zwei größte Kreise der Kugel unter einem gewissen Winkel schneiden, so schneiden sich ihre Axen im Mittelpuncte der Kugel unter demselben Winkel, und die betreffenden Pole sind auf der Kugeloberfläche von einander um einen Bogen entfernt, welcher das Maß eben dieses Winkels abgibt. So schneiden sich z. B. die größten Kreise des Aequators und der Ekliptik (ihre Ebenen) unter dem Winkel der Schiefe der Ekliptik von (s. letzteren Artikel) 23½°, und eben so weit stehen (vergl. Polarstern, wo hiervon besonders Anwendung gemacht worden ist) ihre beiderseitigen „Pole" an der Kugelfläche aus einander.

Stellt man sich vor, eine Kugel werde an zwei einander diametral gegenüberstehenden Puncten festgehalten und solchergestalt um den verbindenden Diameter, als Axe, umgedrehet, so muß hierbei jeder Punct der Kugeloberfläche einen der erwähnten „Parallelkreise" beschreiben, von welchen jene Puncte also, wie gesagt, die „Pole" abgeben.

Also scheint sich, angedeutetermaßen, die ganze Himmelskugel dergestalt umzudrehen, daß zwei in dieser Art entgegengesetzte Puncte unbewegt (in relativer Ruhe) bleiben (sich zwar mitdrehen, aber ihre Stelle dabei nicht verändern), und diese Puncte heißen daher die Himmels- oder Weltpole (vergl. d. A.); — eigentlich aber ist es, wie wir wissen, vielmehr die Erdkugel, die sich in derselben Art und Zeit um ihre Axe drehet, wobei demnach die Erdpole (s. auch diesen Art.), nämlich die gleich erwähnten „Pole" des Erdäquators und seiner Parallelkreise unbewegt, wie ich den Begriff eben definirt habe, d. h. also „in relativer Ruhe" bleiben.

In gleicher Weise lassen sich natürlich auch für jeden andern Kreis der Erd- und Himmelskugel „Pole" gedenken: der Pole der Ekliptik (s. d. A.) habe ich erwähnt; Zenith und Nadir sind die Pole des Horizonts; Morgen- und Abendpunct die Pole des Mittagskreises; Mittags- und Mitternachtspunct die Pole des ersten Scheitelkreises (vergl. Scheitelkreis).

Der Begriff der Pole in dieser Voraussetzung einer Umdrehung (der „Pole der Umdrehung") ist demgemäß natürlich auch nicht auf den Planeten Erde eingeschränkt, sondern vielmehr allen Weltkörpern: der Sonne, dem Monde, dem Jupiter u. s. w., an welchen wir eine „Umdrehung" (Rotation) beobachten, gemein; eben so wenig bedingt er, wie ich schon oben hervorgehoben habe, die strenge Kugelform, indem wir vielmehr selbst den Erdkörper als ein Sphäroid kennen, und aus d. Art. Abplattung (S. 21) sogar wissen, daß alle Rotation eine Beeinträchtigung der ursprünglichen reinen Kugelgestalt der Himmelskörper involvirt.

Durch die „Weltpole" werden zugleich die Weltgegenden bestimmt, indem der Mittagskreis durch diese Pole führt, und vermittelst seiner Durchschnitte mit dem Horizonte den Mittags- und Mitternachtspunct angibt; — und dieß ist nun der Grund der Eingangs bevorworteten weiteren Ausdehnung des bis hierher nur mit Bezug auf „Drehung" angewendeten Ausdruckes Pole, indem man denselben (vergl. Pole, magnetische) wegen der gleichen Ei-

* Ich bevorworte jedoch, daß der Ausdruck „Pole," wie er bis hierher nur auf Drehung bezogen worden ist, dieselbe gleichwohl nicht schlechterdings involvirt; wir werden dieß zu Schlusse des gegenwärtigen und im besondern Artikel Pole, magnetische, näher sehen.

genschaft, jene Puncte zu bezeichnen, auch von den Magnetnadeln gebraucht, wiewohl dabei von einer solchen Drehung keinerlei Rede ist. — Noch weiter geht die Natur-Philosophie in einer solchen Anwendung dieses Ausdruckes; ich habe mich aber darüber im Art. Polarität erklärt, und begnüge mich schließlich, in dieser Rücksicht lediglich dorthin zu verweisen.

Pole der Ekliptik; Poli Ecliptices; *Poles de l'Ecliptique.* Diejenigen Puncte der Himmelskugel, welche von allen (Umfangs-) Puncten (des Kreises) der Ekliptik um 90° entfernt sind: die (vergl. d. A. Pol) beiden Endpuncte der Axe der Ekliptik. Sie stehen von den Weltpolen um denjenigen Bogen ab, welcher den Winkel mißt, den die Axe des Aequators mit der Axe der Ekliptik macht, und der dem andern Winkel zwischen diesen beiden Kreisen (ihren Ebenen), d. h. der Schiefe der Ekliptik selbst gleich ist, so daß dieser Abstand demnach, wie die letztere, $23^{1}/_{2}°$ beträgt.*

Von diesen beiden Polen der Ekliptik heißt der, in die nördliche Halbkugel fallende, bei uns sichtbare, der Nordpol, der entgegengesetzte, bei uns unsichtbare, der Südpol; der erstere fällt in das Sternbild des Drachen, und findet sich in der verlängerten geraden Linie durch die beiden Vorderräder des Himmelswagens (großen Bären) zwischen dem Polarsterne und dem durch zwei helle Sterne kenntlichen Kopfe des Drachen; der Südpol liegt zwischen den Sternen des Schwertfisches (Dorado).

Diese Pole der Ekliptik drehen sich bei der Tagesbewegung,** wie alle Puncte der beweglichen Himmelskugel, in 24 (Stern-) Stunden um die Weltpole, und beschreiben dabei am Himmel die beiden Polarkreise; — sie sowohl, als die Axe und die Ekliptik selbst, haben also jeden Augenblick diejenige andere Stellung gegen die „unbewegliche" Himmelskugel (s. d. Art. S. 760), d. h. gegen den Horizont und Meridian, über welche ich in Neunzigster (jedesmalige 90ste Grad der Ekliptik, vom Horizont an gerechnet) gleich Eingangs handle.

Größte Kreise durch diese Pole geführt, stehen (wie die Abweichungskreise auf dem Aequator also) auf der Ekliptik senkrecht* und heißen Breitenkreise (besonderer Art.), weil auf ihnen die „Breite" gemessen wird.

Ich habe im Art. Polarstern von einer langsamen, in Folge des Vorrückens der Nachtgleichen (wo die Sache weiter erörtert werden wird) Statt findenden Umdrehung der Weltpole um diese Pole der Ekliptik gesprochen, und in der voraufgehenden Anmerkung auch nochmals daran erinnert. Dabei bleiben (hinsichtlich dieser** Drehung) letztere Pole unbewegt. Allein die Schiefe der Ekliptik selbst, d. h. die Lage des Kreises der Ekliptik gegen den Aequator, ist veränderlich, und damit natürlich auch die Lage der Axe, gleichwie also der

* Die „Pole der Ekliptik," gleich den Weltpolen, fallen in den Kolur (s. d. Art.) der Sonnenwenden, welcher (vgl. unten) zugleich den (Meridian) Abweichungs- und Breitenkreis abgibt, und dessen zwischen jenen respectiven Polen liegender Bogen dem, zwischen der Ekliptik und dem Aequator selbst enthaltenen, ihren gegenseitigen Abstand messenden Bogen (dieses „Kolurs") gleich ist.

** Diese tägliche Drehung der Pole der Ekliptik um die Weltpole ist wohl zu unterscheiden von der im Art. Polarstern erklärten, äußerst langsamen Drehung der letzteren um die ersteren.

* Daher ist der „Kolur der Sonnenwenden," wie ich oben mit Verweisung hieher bemerke, als zugleich durch die Weltpole und diese Pole der Ekliptik gehend und demnach auch zugleich einen Abweichungs- und Breitenkreis abgebend, nicht weniger auf dem Aequator, als auf der Ekliptik senkrecht.

** Ich habe daher im citirten Art. Polarstern diese Schiefe der Ekliptik als unveränderlich betrachten müssen, welches auch, wenn hiernach also gleich nicht absolut genau, doch in Bezug auf die Stellungsveränderung der Weltpole gegen die Pole der Ekliptik zulässig ist.

„Pole der Ekliptik.“ Wegen dieſes Umſtandes verweiſe ich aber ſchließlich eben auf dieſen beſondern Art. Schiefe der Ekliptik.

Pole, magnetiſche; Poli magnetici; *Poles magnétiques;* Poles de l'aiguille aimantée. Namentlich die Endpuncte der Magnetnadel, welche Endpuncte dieſe Nadel, wenn ſie frei ſchwebend aufgeſetzt iſt, reſp. nach Mitternacht und Mittag kehrt, und welchen man den Namen des (magnetiſchen) Nord- und Südpols beilegt. Ueber den Grund der Anwendung dieſes Wortes „Pol“ dafür, welches (vergl. d. A.) eigentlich doch den Begriff einer Drehung involvirt, von der hierbei gleichwohl keine Rede iſt, habe ich mich zu Schluſſe des citirten Artikels erklärt. Das Detail der Sache ſelbſt gehört in die eigentliche Phyſik, und ich erwähne derſelben hier nur mit Bezug auf den Vortrag über Compaß, worüber ich im aſtronomiſchen Sinne nicht weggehen konnte.

Anmerken will ich indeß, als weniger beachtet, daß man den nach Norden gekehrten und deßhalb auch „Nordpol“ benannten Endpunct der Nadel eigentlich den Südpol, und umgekehrt, nennen ſollte, indem das Geſetz der Polarität dieſen Gegenſatz bedingt. Weiteres hierüber jedoch, wie geſagt, in den Lehrbüchern der Phyſik, unter denen ich, was dieſen Gegenſtand betrifft, Baumgärtner's (des Wiener Naturforſchers) „Naturlehre.“ 8. Aufl. Wien. 1845. gr. 8. (S. 354 flgd.) empfehle.

Polhöhe; Elevatio poli; *L'élévation du pole.* Unter „Polhöhe“ eines Ortes auf der Erde verſteht man den Bogen, um welchen der an dieſem Orte ſichtbare Weltpol ſenkrecht über den Horizont erhaben iſt; es iſt ein Bogen des Mittagskreiſes, indem ſich durch den Pol ſenkrecht auf den Horizont kein anderer Kreis als der (zugleich durch Pol und Zenith gehende) Mittagskreis (ſ. d. A.) führen läßt. Wenn Tafel XI. Fig. 4. HOR den Horizont des Ortes, P, p beide Pole, ZPRQpHAZ den Mittagskreis vorſtellt, ſo iſt der Bogen RP die „Polhöhe.“ Dieſer Bogen mißt nach den Regeln der Sphärik den Winkel, um welchen die Weltare Pp gegen die Horizontalebene HOR des betreffenden Ortes geneigt iſt. Die Polhöhe RP macht mit der Aequatorshöhe AH zuſammen immer 90° aus (auf welchen Umſtand ich unten zurückkomme), d. h. die eine iſt immer das Complement der andern; unter dem Aequator z. B. und wo alſo die Aequatorshöhe = 90°, iſt dagegen die „Polhöhe“ = 0 u. ſ. w.

Da ferner die geographiſche Breite (ſ. Breite, geographiſche, welchen Art. ich überhaupt zu vergleichen bitten muß) eines Ortes der Polhöhe deſſelben gleich iſt, ſo ſind die Beſtimmungen der letzteren ſowohl für die Aſtronomie überhaupt, als für die Geographie, namentlich aber (ſ. hinten) für den Seefahrer im beſondern, äußerſt wichtig; und es bleibt eine der erſten und unentbehrlichſten Arbeiten eines Aſtronomen, die Polhöhe ſeines Ortes genau zu finden. Man beſitzt dazu viele Methoden (die neueſte Praxis namentlich hat deren mehrere, ziemlich complicirte angegeben); ich beſchränke mich aber, Plan-gemäß, auf Beibringung zweier davon, deren Princip ſich am leichteſten auffaſſen läßt.

Man wähle alſo einen von den Sternen, welche dem Pole nahe ſind und daher nicht untergehen (Circumpolarſterne, ſ. d. A.), am liebſten den Polarſtern (vergl. auch dieſen Art.) ſelbſt. Ein ſolcher Stern beſchreibt, dieſer ſeiner Stellung wegen, um den Pol P einen kleinen Tagkreis, davon das ST unſerer Figur einen Bogen darſtellt, und geht dabei täglich zweimal durch den Mittagskreis ZPR, einmal über dem Pole bei S, das anderemal unter demſelben bei T. In den langen Winternächten kann man beide Durchgänge in der nämlichen Nacht, den einen Abends, den anderen gegen Morgen beobachten, und alſo die entſprechenden Höhen SR, TR des Sterns meſſen. Dieſe Höhen muß man zunächſt wegen der Refraction (ſ. Strahlenbrechung, aſtronomiſche) corrigiren; alsdann gibt ihr Unterſchied den Bogen ST, und dieſes Bogens Hälfte (PT = PS) zur kleinſten Höhe RT hinzugerechnet, oder von der größten RS abgezogen, gibt die Polhöhe RP.

Exempel. Man fand für die Polhöhe von Petersburg:

des Polarsterns größte Höhe 62° 5′ 35″, kleinste 57° 48′ 0″.

Refraction	„	„	31″*	. .	„	„	37″.
RS = . .	62°	5′	4″.	RT =	57°	47′	23″.
RT = . .	57°	47′	23″				
ST = . .	4°	17′	41″.				
die Hälfte = . .	2°	8′	50″,5 = PT.				
PT + RT = . .	59°	56′	13″,5** = der gesuchten Polhöhe RP von Petersburg.				

Die zweite Methode setzt die Kenntniß der Abweichung voraus, wonächst man die Mittagshöhe (= Aequatorshöhe + Abweichung; vergl. gleich unten) beobachtet, von welcher also die (bekannte) Abweichung nur subtrahirt zu werden braucht, um die Aequatorshöhe zu erhalten, deren Complement (s. oben) die gesuchte „Polhöhe" gewährt (dabei ist jedoch nur erst noch zu bemerken, daß, welcher Einschränkung wegen ich eben hierher verweise, südliche Abweichungen, wenn man die Höhe des Nordpols sucht, als negative zu betrachten sind, so daß man sie vielmehr zur Mittagshöhe addiren muß, um die Aequatorshöhe zu erhalten).***

Exempel. Man fand zu Wien am 1sten Januar 1745, wie mir die Rechnung gerade vorliegt,

die Mittagshöhe des Aldebaran†	57°	45′ 0″.
Refraction		43″,2
	57°	44′ 16″,8
Abweichung	15°	58′ 26″,8
Aequatorshöhe	41°	45′ 50″
Ab von 90° = ...	89°	59′ 60″
Polhöhe von Wien	48°	14′ 10″.

Spätere Messungen geben zwar wieder ein etwas verschiedenes Resultat, welches aber auch nur der größeren Genauigkeit vervollkommneter Instrumente beizumessen ist. Auch sollte bei so ausgedehnten Städten, wie hier Wien, ein bestimmterer Punct angegeben werden, oder wenigstens ausdrücklich gesagt seyn, daß, wie freilich gewöhnlich, das Observatorium gemeint ist.†† Daß man sich fer-

* Die Refraction, wie ich hier anticipirend bemerke, vergrößert die Mittagshöhen, und verkleinert also (vergl. unten) die Zenithabstände.

** Ich finde diese ältere Messung in meinen Collectaneen; neuere, mit schärferen Instrumenten ausgeführte, geben gleichwohl ein, nur um wenige Secunden abweichendes Resultat, zum Beweise, daß das Verfahren alles Vertrauen verdiene.

*** Der Stern erreicht im Mittagskreise (vergl. d. Art.), welcher dann mit dem Abweichungskreise zusammenfällt, seine größte (seine Mittags-) Höhe über dem Horizonte. Ist seine Abweichung (ich spreche von der nördlichen Halbkugel) dabei eine nördliche, so steht er dem (also zwischen Nordpol und Stern angenommenen) Beobachter näher als der Aequator; ist sie südlich, so findet er sich dagegen zwischen Horizont und Aequator, also entfernter als dieser (jenseit des Aequators), daher die Aequatorshöhe im ersteren Falle = Mittagshöhe − Abweichung, im zweiten Falle (wie ich oben sage) = Mittagshöhe + Abweichung ist.

† Auge des Stiers, Fixstern erster Größe in diesem Sternbilde, auf welchen uns der A. Sternbilder zurückführen wird.

†† Schon geringe Entfernungen bewirken merkliche Differenzen; so finde ich in Littrow's „Geograph. Ortsbestimmungen" die „Polhöhe" des alten Observatoriums zu Berlin = 52° 31′ 13″. des nicht zu entfernten neuen 52° 30′ 16″. also Unterschied . . . „ „ 57″.

ner bei Feststellung eines so wichtigen Elements nicht mit Einer Messung begnügt, sondern lieber das arithmetische Mittel aus möglichst vielen solchen Messungen nimmt, brauche ich übrigens wohl kaum erst besonders zu bemerken.

Auf der See ist die Bestimmung der „Polhöhe," d. h. also der geographischen Breite, um in Verbindung mit der Länge (vergl. Breite, geographische, und Länge zur See) den Ort des Schiffes auf dem sonst spurlosen Ocean zu wissen, wie ich mit Verweisung hierher schon oben bevorwortet habe, von entscheidender Wichtigkeit, hat aber wegen des Schwankens des Schiffes, in Verbindung mit der Neigung des Meerhorizonts (vergl. d. Art.) und der Unbestimmtheit der Mittagsfläche (s. auch diesen Artikel), natürlich mehr Schwierigkeit als auf dem festen Lande, wiewohl sie doch immer noch viel leichter als die im betreffenden Vortrage erklärte Erfindung der „Länge (zur See)" ist. Man bedient sich dabei des ebenfalls in einem eigenen Art. beschriebenen Hadley'schen Spiegel-Octanten (Spiegel-Quadrant, Hadley'scher), mit welchem man den Zenithabstand eines Gestirns von bekannter Abweichung zu derjenigen Zeit mißt, zu welcher sich dasselbe, dem Compasse zufolge, im Mittagskreise befindet; denn wenn das Gestirn, um uns auf diesen Fall zu beschränken, z. B. zwischen (vergl. das folgende Exempel) dem Beobachter und dem Aequator steht, so gibt dieses Gestirns Abweichung (sein Abstand vom Aequator im Meridian) + * seinem Zenithabstande im selbigen Meridian vom Beobachter offenbar des Letzteren ganzen Abstand vom Aequator, d. h. dessen gesuchte geographische Breite („Polhöhe").

Exempel: Ein Seefahrer beobachtete eines Tages jenseits des Aequators den Abstand des Sirius vom Zenith (dort) mitternachtwärts = 34° 17′, wozu wegen der Refraction, welche (vgl. vorn) den Zenithabstand verkleinert, noch 48″ = 0′,8 hinzuzusetzen sind; sein Schifferkalender gab ihm für den nämlichen Tag die südliche Abweichung dieses Sterns = 16° 24′,6 (der Stern befand sich also, da die Abweichung kleiner war, als der somit folgende ganze Abstand des Schiffes vom Aequator, wie oben, zwischen dem Beobachter und dem letzteren); — und die gesuchte geographische (hier südliche) Breite des Schiffers war demnach 34° 17′,8 + 16° 24′,6 = 50° 42′,4.

Wird (wie wir es l. c. vorgezogen haben) die Sonne zu dieser Beobachtung gewählt, so kann natürlich nur der Abstand ihres oberen oder unteren Randes gemessen werden, und man hat dann, da die Abweichung für den Mittelpunct berechnet ist, den, ebenfalls aus dem Schiffskalender bekannten, jedesmaligen Halbmesser im ersteren Falle, zum gefundenen Zenithabstande zu addiren, im andern davon zu subtrahiren. Auch muß der Unterschied zwischen der Schiffszeit und der Zeit des Meridians, für welchen der Schiffskalender berechnet ist, wenigstens beiläufig bekannt seyn, um die (veränderliche) Abweichung der Sonne gerade für den wahren Zeitpunct der Beobachtung nehmen * zu können.

* Befindet sich (vergl. Breite, S. 137), um auch noch diesen Fall wenigstens in einer Anmerkung zu erörtern, dagegen der Beobachter zwischen dem Gestirn und dem Aequator, so ist sein Abstand vom letzteren (seine „geographische Breite," seine „Polhöhe) augenscheinlich = Abweichung − Zenithabstand; der Beobachter hat dann den Stern nordwärts, wenn ihm der Aequator südwärts liegt.

* Gesetzt nämlich, das Schiff befinde sich in Zeit 1 Stunde westlich von demjenigen Meridian (z. B. dem von Greenwich), für dessen wahren Mittag die Abweichung berechnet wäre, und es sey auch auf dem Schiffe eben Mittag; so ists doch dann gegen den Mittag jenes Meridians wirklich schon 1 Sonnenstunde später; — und man muß also die, nur für letzteren (für seinen Mittag) berechnete Abweichung der Sonne um die darin während dieser 1 Stunde vorgegangene Veränderung corrigiren. — Ich glaube, daß diese wenigen Worte die Sache ganz klar machen werden; sonst kann man auch den Artikel Länge zur See vergleichen, wo ausführlicher darüber gehandelt wird.

Erlauben eingetretenes trübes Wetter oder andere Umstände nicht, die Gestirne eben unmittelbar im (oder doch nahe um den) Meridian selbst zu beobachten; so besitzt die Schifffahrtskunde (vgl. d. A.) auch Mittel, den Zenithabstand in demselben aus mehreren, nur nicht zu lange vor und nach der Culmination gemessenen Abständen zu folgern (diese Abstände — vergl. Reduction auf den Meridian — „auf den Meridian zu reduciren"), und also die geographische Breite („Polhöhe") zu bestimmen, worüber man indeß das Weitere in den, jene wesentlich auch astronomische Disciplin besonders behandelnden, dort namhaft gemachten Werken nachsehen kann (indeß bringe ich im citirten Art. „Reduction auf den Meridian" auch selbst ein Exempel bei).

Anticipirend bemerke ich schließlich nur, daß mir unter den deutschen, dieser Disciplin gewidmeten Werken Rümker's (des wackern Hamburger Astronomen) „Handbuch der Schifffahrtskunde." 4te Aufl. Hamburg. 1844. gr. 8., unter den französischen aber Bézout's „Traité de navigation." Paris. 1793. 8. den Vorzug zu verdienen scheinen.

Positionswinkel; Angulus positionis; *Angle de position*. So heißt zunächst (vergl. unten) der am Mittelpuncte eines Gestirns durch dessen Breiten- und Abweichungskreis gebildete Winkel; wir haben von demselben im Vortrage über „Finsternisse" (der Sonne), S. 494, mit Verweisung auf einen besondern Artikel Anwendung gemacht, und ich muß daher hier in einiges Detail darüber eingehen.

Der Pol der Ekliptik steht vom Weltpole (s. Pol) um 23½° ab; und ein vom ersteren (senkrecht) auf die Ekliptik gezogener (ein Breiten-) Kreis kann daher mit einem vom letzteren dagegen ebenfalls senkrecht zum Aequator gehenden (einem Abweichungs-) Kreise nur unter der einzigen Bedingung zusammenfallen, daß das betreffende Gestirn mit beiden Polen im nämlichen Meridian (dem Kolur — s. d. A. — der Sonnenwenden) steht; in allen andern Lagen durchschneiden sich beide Kreise an dem Gestirne (seinem Mittelpuncte) unter einem Winkel, welcher also den „Positionswinkel" abgibt. Die allgemeine Formel für denselben ist

cos Breite : cos gerade Aufsteigung = sin Schiefe : sin Positionswinkel;

wir haben aber diesen Winkel l. c. nur mit Bezug auf die Sonne, deren Breite = 0, gesucht, für welchen Fall obige Formel also

1 : cos gerade Aufsteigung = sin Schiefe : sin Positionswinkel

wird. Der Durchschnittspunct der bezeichneten, den Winkel bildenden beiden Kreise fällt dabei, eben weil die Sonne keine Breite hat, in die Ekliptik selbst; und Ein Blick auf die für diesen Winkel angewendete Figur (5 b der Tafel XI. ersten Bandes) zeigt, daß er alsdann, wie ich im betreffenden Vortrage sage, „das Complement des Winkels abgibt, welchen der Abweichungskreis (Meridian) mit der Ekliptik macht."

In einem andern Sinne sodann ist der Ausdruck „Positionswinkel," nach dem Vorgange anderer Astronomen, von mir im Art. Fixsterne, S. 566, gebraucht worden, um in Doppelsternsystemen die Stellung des Begleit- gegen den Centralstern zu bezeichnen; ich habe aber auch schon dort darauf aufmerksam gemacht, daß es besser seyn möchte, in diesem letzteren Falle lieber „Stellungs"winkel zu sagen.

Präcession, s. Vorrücken der Nachtgleichen, als ganz gleichbedeutender Ausdruck.

Problem der drei Körper (Aufgabe von den drei Körpern); Problema trium corporum; *Problême des trois corps*. Mit diesem Namen belegt man (vergl. unten) allgemein* die Forderung der

* Ich bevorworte alsbald, das vorliegende „Problem der drei Körper" nur als den theoretischen Ausdruck der Perturbationsrechnung zu betrachten, und diese seine Betrachtung also auch bloß bis zum Uebergange auf jenen, in der engsten Verbindung damit stehenden und durchaus zu vergleichenden Vortrag auszudehnen, wohin ich demnächst, als auf die praktische Verfolgung des Gegenstandes, sogleich verweisen werde.

Bestimmung derjenigen Gesetze, nach welchen sich drei, gegenseitig anziehend (gravitirend) auf einander wirkende Himmelskörper in dem doppelten Falle bewegen, wenn entweder zwei von ihnen (z. B. zwei Hauptplaneten) unmittelbar um den dritten (die Sonne*) laufen, oder einer von ihnen (ein Nebenplanet, z. B. unser Mond) erst den zweiten (z. B. die Erde als Hauptplaneten) umkreist, und also nur mittelbar von diesem mit um jenen dritten geführt wird. — Ich habe von diesem Problem zwar schon im Art. Perturbationen, deren ganzer Praxis dasselbe, wie dort gezeigt wird, als Theorie zu Grunde liegt, handeln müssen, komme hier aber, bevorwortetermaßen, auch besonders darauf zurück, um den Gegenstand bei seiner außerordentlichen astronomischen Wichtigkeit noch unter andern Gesichtspuncten, namentlich unter jenem theoretischen, zu beleuchten, wiewohl ich die Vergleichung des erwähnten Artikels, da ich nicht Alles wiederholen kann, gleich zur unerläßlichen Bedingung habe machen müssen.

Das fernere Geschäft der auf den Himmel angewendeten Mechanik nach Festsetzung der reinen (von Neben-Einflüssen frei gedachten) planetarischen Bewegung besteht nämlich darin, nunmehr auch noch die (kleinen) Abweichungen (Störungen, „Perturbationen," eben die „Neben-Einflüsse") zu bestimmen, welche in dieser, also sonst „reinen" (elliptischen) Bewegung der Hauptplaneten um die Sonne, oder der Nebenplaneten (Trabanten) um den Hauptplaneten dadurch entstehen müssen, daß jeder dieser Körper nicht allein vom umlaufenen (von seinem Centralkörper), sondern, der natürlichen Gegenseitigkeit aller Gravitation wegen, immer zugleich von allen* übrigen Körpern des Systems angezogen wird. Eine vollständige, directe Lösung dieser, wie man auch im Allgemeinen gleich einsieht, und wie ich noch ausdrücklich bevorworte, höchst verwickelten Aufgabe ist bei dem heutigen Zustande der Analysis nicht möglich. Indessen besitzt man zur praktischen Anwendung vollkommen hinreichende Methoden der Behandlung durch Näherung (durch Reihen, wo ein geschlossener** Ausdruck nicht zu erlangen steht). Die Möglichkeit einer solchen Näherung ist aber hauptsächlich darin begründet, daß die Kräfte, durch welche die „rein elliptische" Bewegung eines Hauptplaneten um die Sonne oder eines Nebenplaneten um seinen Hauptplaneten gestört wird, theils wegen der Kleinheit der Massen der störenden Körper im Vergleiche zur Masse der Sonne, theils wegen der wieder vergleichsweise viel größeren Entfernung dieser störenden Körper, immer nur gering gegen diejenigen Kräfte ausfallen, welche die bezeichnete rein elliptische Bewegung selbst erzeugen. Außerdem wird die Möglichkeit einer Behandlung vermittelst bloßer solcher Näherung noch durch den doppelten Umstand

* Ich dehne nämlich die Bewegung auf alle drei Körper, also auch auf die Sonne aus, indem man (vergl. Gravitation, S. 704) den Umlauf nicht sowohl auf letztere selbst, als vielmehr auf den gemeinschaftlichen Schwerpunct des ganzen Systems beziehen muß, um welchen ein solcher Umlauf ihr also nicht weniger gemein ist. Nur die l. c. nachgewiesene Unmerklichkeit dieser Bewegung für sie würde gestatten, sie als dabei unbeweglich anzunehmen.

* Man könnte, da beim Störungseinfluß also von allen Körpern des Systems die Rede ist, gleich fragen, weßhalb das Problem nur den Namen des „Problems der drei Körper" führt? Diese Beschränkung hat den doppelten Grund zunächst der besondern Anwendung auf das Verhältniß zwischen den drei Körpern Mond, Erde und Sonne, sodann aber der allgemeinen Zulässigkeit, von allen störenden Körpern successiv nur immer Einen in Bezug zum gestörten und zum Centralkörper betrachten zu dürfen. — Ich komme oben hierauf zurück.

** Als paßliches Beispiel des Ersatzes eines solchen „geschlossenen," und also vollständige Genauigkeit gewährenden, aber nicht zu erlangenden Ausdruckes durch bloße Näherung (durch „Reihen") führe ich die Relation zwischen wahrer und mittlerer Anomalie an, welche wir in Gleichung der Bahn, S. 638, auf diese Weise dargestellt haben.

begünstiget, daß die Bahnen der Haupt- und Nebenplaneten sämmtlich nur wenig von der einfacheren Kreisform abweichen, und daß die Ebenen dieser Bahnen (mit einziger Ausnahme des Planetchens Pallas, vergl. d. Art., S. 245) nur kleine Winkel mit einander machen. Aus diesen Gründen braucht, wie ich schon in der Anmerkung bevorwortet habe, zunächst nicht sogleich die Gesammtheit der störenden Himmelskörper, sondern nur successiv einer nach dem andern von ihnen in Betracht gezogen zu werden, welches für größere störende Massen oder für geringere Entfernungen derselben unzuläßig seyn würde, gleichwie man, wie wir im Art. Perturbationen (dessen beständige Vergleichung ich aus diesem Grunde so dringend empfohlen habe) sehen, eben deßhalb ferner die (gravitirende) Rückwirkung des gestörten auf den störenden Körper außer Acht lassen, und nur stets von Einem Centralkörper, Einem gestörten und Einem störenden Weltkörper sprechen darf. Die Eingangs gegebene ganz allgemeine Definition schließt zwar diese, durch das dort beigefügte „vergl. unten" nur erst angedeutete Modifikation des Absehens von aller Rückwirkung* des gestörten Körpers auf den störenden noch nicht ein; allein die nun hier nachgewiesenen Umstände beweisen nicht bloß die Zuläßigkeit, sondern auch die Nothwendigkeit davon für unsere Berechnungsweise, bei welcher es sich also, wie gesagt, nicht um absolute Genauigkeit, sondern lediglich um ein dem Umfange der Forderung im theoretischen Sinne zwar nicht genügendes, aber für die Praxis hinreichendes Näherungsverfahren durch Reihen-Entwicklung handeln kann.

Solchergestalt ist also das Problem der drei Körper bei Mitvergleichung der Anmerkung in seinem theoretischen und praktischen Gegensatze vollkommen charakterisirt. Die Theorie, um zu resumiren, nachdem sie sich, obwohl dasselbe natürlich eigentlich von allen Systemskörpern gilt, aus den angegebe-

* Bei der durchgängigen Reciprocität der Gravitationswirkung kann nämlich ein strenger Gegensatz zwischen störendem und gestörtem Körper natürlich eigentlich gar nicht gedacht werden; indem z. B. der Planet Jupiter die Erde in ihrem Laufe um die, zugleich beide Gestirne anziehende Sonne stört, erfährt nicht weniger Jupiter in seinem Laufe um letztere eine ähnliche störende „Rückwirkung" vom Planeten Erde, gleichwie die Sonne ihrerseits auch wieder von beiden gestört wird; — die genau gestellte Frage, im vollkommenen Sinne unserer Definition, würde also die seyn: welche Ortsveränderung erleidet unter diesen Bedingungen jeder der drei Körper gleichzeitig? welche Stelle im Raume nimmt jeder von ihnen gegenseitig augenblicklich ein? — In dieser Gestalt ist die Frage durch die Kunstgriffe unserer Analysis, wie gesagt, nicht zu beantworten, und man sieht also bei der Untersuchung der, um wieder dasselbe Beispiel zu benützen, Störung der Erde durch den Jupiter, von der gleichzeitigen Rückwirkung des ersteren Planeten auf den letzteren vorerst ab, betrachtet allein die Erde als in ihrem Laufe um die Sonne gestörten, den Jupiter allein als sie darin störenden Körper, und spricht dagegen vom störenden Einflusse des ersteren auf letzteren Planeten nur erst dann, wenn diejenigen Störungen untersucht werden, welche Jupiter seinerseits erleidet. — Nur durch diese Trennung der Frage kann man zu einem Resultate gelangen, welches, wie nun oben weiter erklärt ist, gleichwohl immer nur noch ein genähertes bleibt. Ohne diese Trennung dagegen müßte zugleich auf die jederzeitige Ortsmitveränderung auch des störenden Planeten, als selbst wieder gestörten, und seinen dadurch modificirten Störungs-Einfluß Rücksicht genommen werden, welches über die Kräfte der Analysis geht, und die sich daher, um es nochmals zu wiederholen, gezwungen findet, bei den zum Beispiele gewählten Störungen der Erde durch den Jupiter, die Störungen des letzteren durch die erstere außer Acht zu lassen, und dieselben nur erst dann in Rechnung zu ziehen, wenn dagegen Jupiter als gestörter und die Erde als störender Körper betrachtet wird.

nen Gründen auf drei derselben beschränkt hat, fordert, dem Wortsinne der Definition gemäß, den aus vollkommener Gegenseitigkeit der gravitirenden Wirkung folgenden jederzeitigen Raumort jedes der drei Himmelskörper, indem sie mit Rechte alle drei zugleich als störende und gestörte bezeichnet. Die Praxis dagegen nimmt von drei betrachteten Körpern nur den Einen als störenden an, und abstrahirt von der Bedingung, daß derselbe nicht stören kann, ohne zugleich selbst wieder gestört zu werden. Wie so sie Dieß darf, ohne gleichwohl im Rechnungs-Resultate und seiner nachherigen Uebereinstimmung mit der wirklichen Beobachtung merklich zu fehlen, habe ich oben gezeigt; und die Leser finden hier also den gesuchten Uebergang zu dem gleich Eingangs als Anwendung jener Theorie bezeichneten Vortrage über Perturbationen, wo nähere Anleitung zur Ausführung der hier angedeuteten Praxis unseres „Problems der drei Körper" ertheilt wird. Mit der vorangehenden theoretischen Charakterisirung desselben ist also mein gegenwärtiger Zweck erreicht, und ich schließe die schwierige Entwicklung mit der bevorworteten Verweisung auf das Weitere im citirten Artikel Perturbationen, wo sich nicht weniger alle erforderlichen historischen und literarischen Notizen finden.

Projection; Projectio; *Projection*, heißt die Entwerfung, Abbildung eines Gegenstandes auf einer Fläche durch gerade Linien, welche sich entweder parallel sind oder in einem Puncte zusammenlaufen. Wir haben von dieser doppelten Art der Abbildung eines Gegenstandes im Art. Landcharte Gebrauch gemacht. Stellt man sich nämlich, um das dort, S. 34 figd., darüber Vorgetragene hier zur schnellen Uebersicht kurz zu wiederholen, die Ebene des Erdäquators als eine solche „Fläche," als eine Tafel vor, auf welcher eine der Erdhalbkugeln, z. B. die nördliche oder südliche, solchergestalt „projicirt" werden soll, so kann dieß geschehen, indem man entweder von allen Puncten der Halbkugel „parallele" gerade Linien (Perpendikel) auf die gedachte Tafel fallen, oder indem man diese Linien nach dem, der zu projicirenden nördlichen oder südlichen Halbkugel entgegengesetzten Pole (Pol-„Puncte") durch die Tafel „zusammenlaufen" läßt, wobei also im ersteren Falle die Auffalls-, im letzteren die Durchschnitts-Puncte der Geraden die „Entwerfung" abgeben. Jene erstere „Projection" durch parallele gerade Linien heißt aus l. c. entwickelten Gründen die orthographische, diese letztere, wobei die „Entwerfungs"-Linien dagegen convergiren, die stereographische; — die weitere Theorie beider Arten von „Projectionen" aber findet sich ebenfalls l. c. mit aller, für unsere Zwecke nothwendigen Ausführlichkeit erörtert.

Hier habe ich nur noch zu bemerken, daß, wenn sich zwischen einem beobachtenden Auge und der obigen „Projections-Fläche" eine Kugel befindet, die Projection davon allemal eine Kreisebene (Scheibe) wird, wie sich uns z. B. die Gestirnkugeln, namentlich die Kugel des Mondes, der Sonne u. s. w. an der Innerfläche des scheinbaren Himmelsgewölbes als solche Kreisscheiben darstellen. Die „Projection" einer auf dem Visionsradius senkrechten Kreisebene, also auch eines mit seiner Grundfläche gleichergestalt gegen das Auge liegenden senkrechten Kegels, z. B. des Schattenkegels der von der Sonne beschienenen Erdkugel, schließlich, ist nicht weniger eine solche Kreisscheibe.* — Von beiden Sätzen ist in unserem Werke, besonders im Vortrage über Finsternisse, mehrfacher Gebrauch gemacht worden.

* Dieser „Schattenkegel" liegt (vergl. Finsternisse, S. 462 figd.) mit seiner Axe (der Verlängerung der die Mittelpuncte von Sonne und Erde verbindenden Geraden) in der Ebene der Ekliptik, und „projicirt sich da, wo er bei Finsternissen des Mondes von diesem Gestirne durchschnitten wird, am Himmelsgewölbe als eine, wie ich oben sage, „Kreisscheibe;" sein dortiger Durchschnitt, welcher vermittelst des Hineintauchens des hellen Mondes sichtbar wird, zeigt sich dort als eine solche Scheibe.

Q.

Quadrant, astronomischer; Quadrans astronomicus; *Quart-de-cercle astronomique.* Der vierte Theil eines Kreisrandes (ein Viertelkreis), gewöhnlich von Messing verfertiget, und in seine 90° Grade (auch weiter) getheilt, um Winkelmessungen am Himmel damit vornehmen, namentlich Höhen (besonders — vergl. unten — Mittagshöhen*) oder Zenithabstände der Gestirne bestimmen zu können.**

Die erste Anwendung solcher getheilten Kreisausschnitte zu diesem Gebrauche, statt der Hülfsmittel der älteren Astronomie (wie sie zum Theile im Art. Instrumente, S. 819 flgd., beschrieben sind), wird dem uns vielfach bekannt gewordenen Dänischen Astronomen Tycho de Brahe zugeschrieben (der Mauerquadrant wenigstens ist, s. unten, gewiß von ihm eingeführt); man hat sich seitdem auch nicht auf den „Viertelkreis" beschränkt, sondern ferner Sectoren, unter welchem Titel ich nochmals allgemein darauf zurückkomme, von 60°, 45° u. s. w. angewendet, und dieselben danach Sextanten, Octanten, genannt. Fassen dergleichen Cirkelausschnitte noch wenigere Grade, um damit besonders sehr scharfe Messungen von Zenithabständen ausführen zu können, so werden sie daher Zenith-Sectoren genannt, wie ich eines solchen im Art. Abirrung des Lichtes, S. 10, erwähnt habe, und ebenfalls besonders darauf zurückkomme.

Die „Quadranten" sind entweder bewegliche (portatiles; *portatifs*, mobiles) oder unbewegliche (der schon erwähnte, gleich näher zu betrachtende „Mauerquadrant," Quadrans fixus s. muralis; *Quart-de-cercle mural*). Bei den beweglichen wird der, angegebenermaßen, messingene, getheilte Bogen (Limbus, besonderer Artikel) durch eiserne Stäbe und Querbänder gehalten, und ruhet vermittelst einer, im Schwerpuncte des Ganzen angebrachten Welle auf einem Stative. Um mit diesem Werkzeuge Höhen oder Zenithabstände zu messen, wird es in eine Verticalfläche gebracht und läßt sich in derselben entweder um den Schwerpunct drehen, wie Taf. XII. Fig. 1., oder bleibt unbewegt stehen, wie Fig. 2.

Im ersteren Falle (Fig. 1.) ist eine Regel AC mit Dioptern (gleichfalls besonderer Art.) oder (vergl. unten) mit einem Fernrohre am Quadranten selbst fest, und aus C, dem Mittelpuncte des Limbus ADB, spielt das Bleiloth CDP herab. Wird nun die Regel AC nach dem Sterne S, dessen Abstand vom Scheitel ZCS ist, gerichtet, so gibt das Bleiloth* auf der Theilung des Limbus die Größe der Bögen AD, DB an, wovon jener das Maß des Winkels ACD = (seinem Scheitelwinkel) ZCS, des Zenithabstandes, dieser aber das Complement von jenem (zu 90°), mithin das Maß der Höhe des Sterns (Gestirns) im betreffenden Vertical ist. Diese

* Ich bitte um Vergleichung dieser beiden Art. Höhe der Gestirne und Mittagshöhe.

** Ich bemerke gleich, daß dieses astronomische Instrument, welchem man sonst einen Hauptrang einräumte, seit der Einführung der ganzen Kreise (vergl. namentlich Mittagsfernrohr, S. 126 unten, gleichwie Multiplicationskreis, S. 199), besonders auch deren Anwendbarkeit in andern Verticalen als dem bloßen Meridian, vorausgesetzt, viel von seiner ehemaligen Wichtigkeit verloren hat, daher ich mich bei den Erörterungen darüber kürzer fassen kann. — Die Betrachtung des Mauerquadranten, hinten, führt mich hierauf zurück.

* Eine große Inconvenienz dieser Anwendung des Bleiloths entspringt aus den localen Anziehungen, welche dasselbe erleidet, und worüber ich mich im Artikel Gravitation, S. 714 flgd., weiter ausgelassen habe. In der Nähe eines Berges z. B. würden danach Höhenmessungen dieser Art durch den Quadranten wenig Zutrauen verdienen.

Art der beweglichen Quadranten, als der beſonders in Frankreich angewendeten, findet ſich daher ausführlich beſchrieben bei Lalande („Astronomie.“ §. 2311 flgd. „Description du Quart-de-cercle mobile“).

Im anderen Falle (Fig. 2.) bleibt dagegen der Limbus, wenn nur zuvor der aus dem Mittelpuncte nach dem Anfange der Theilung führende Radius CB genau wagerecht gerichtet iſt (und ſich alſo der zweite, den Quadranten begrenzende Radius nunmehr ſtreng ſcheitelrecht findet), feſt* ſtehen; und es iſt dagegen eine um C bewegliche Regel DC mit den Dioptern angebracht, welcher man auch wohl den Namen der Alhidade (ich habe den Arabiſchen Urſprung des Wortes im betreffenden eigenen Art. nachgewieſen) beilegt. Dieſe wird nun im gegenwärtigen Falle nach dem Sterne S gerichtet, und gibt alsdann auf dem getheilten Limbus die Bögen AD und DB an, welche, wie im vorigen Falle, die Maße des Winkels ZCS und ſeines Complements, d. h. des Zenithabſtandes und der Höhe ſind. — Bei dieſer Art der Anwendung des Quadranten hat man den Vortheil, daß ſich an der Alhidade ein Nonius oder Vernier (ſ. d. A.) anbringen läßt, wodurch man die betreffenden Bögen leichter und bequemer in noch kleineren Theilen des Cirkels (Minuten, Secunden) angeben kann, als die Theilung des Limbus unmittelbar nachweiſt.**

An beiden Arten dieſer beweglichen Quadranten findet ſich insgemein auch noch ein horizontaler, am Geſtelle feſter Kreis mit gehöriger Theilung. Wenn dann derjenige Durchmeſſer dieſes Kreiſes, welcher durch den Anfang der Theilung geht, auf die Mittagslinie des Beobachtungsortes geſtellt wird, ſo gibt ein zugleich in der Ebene des Quadranten angebrachter Zeiger auf jener Theilung den Bogen an, um welchen letztere Ebene von der Mittagsebene abſteht; dieſer Bogen iſt demnach das Azimuth (vergl. d. A.) des Geſtirns, nach welchem der Quadrant eben gerichtet iſt, ſo daß man alſo Höhe und Azimuth durch eine einzige Beobachtung findet. Ein ſolcher horizontaler Kreis heißt daher der Azimuthalkreis, und der ganze damit verſehene Quadrant ein Azimuthalquadrant.

Der unbewegliche oder Mauer-Quadrant (aus dem Eingangs angeführten Grunde auch Quadrans *Tychonicus*), auf welchen ich, bevorworteter-maßen, nun übergehe, wird ganz an einer ſtarken, in der Mittagsebene errichteten „Mauer“ (daher ſein Name), und zwar ſo befeſtiget, wie ihn in Fig. 3 unſerer Tafel XII. die Nr. III.* zeigt, übrigens aber, gleich den beweglichen,

* Wohl zu merken, nur der „Limbus“ am Inſtrumente; das ganze Inſtrument ſelbſt iſt, wie geſagt, „beweglich“ (verſetzbar in jeden Scheitelkreis).

** Bei den vorauf beſchriebenen Quadranten, wo das Bleiloth den Theilſtrich bezeichnet, ſind zwar auch Hilfsmittel (z. B. Transverſal-Linien) zur weiteren Theilung (Abſchätzung) angebracht; ſie leiſten aber nicht ſo Genaues.

* Ich habe nämlich, da ich weiß, daß man hierbei oft Anſtand findet, um der Vorſtellung meiner Leſer zu Hülfe zu kommen, in der Figur 3, in welcher rh den Horizont, Z das Zenith, s das betrachtete Geſtirn, e das Auge des Beobachters, d die entſprechenden Winkel und C den gemeinſchaftlichen Mittelpunct des Quadranten und der Himmelskugel (ich komme gleich hierauf zurück) bedeuten, die drei angegebenen Aufſtellungen dieſes Inſtruments, mit Weglaſſung des Stativs, unter I. II. III. nochmals beſonders bezeichnet; der bloße Anblick dieſer ganz einfachen Figur wird die Sache am deutlichſten machen.

Als gemeinſchaftlicher Mittelpunct des Quadranten und der Himmelskugel, wie ich eben mit Verweiſung hierher ſage, muß C aber betrachtet werden, da, woran ſo oft erinnert worden iſt, der Erdkörper in ſeiner ganzen Dimenſion gegen die überall unermeßlich (alſo überallgleich weit) entfernte Innerfläche der ſcheinbaren Himmelshohlkugel doch nur als ein, demnach in ihrer Mitte ſchwebender Punct (ihr „Mittelpunct“) erſcheint. Bloß durch dieſe Vorſtellung erhellt der eigentliche Sinn der oben beſchriebenen Meſſungen mit dem Quadranten.

in der beschriebenen Art mit der solchergestalt jene Mittagsebene durchlaufenden Alhidade und einem Vernier versehen, dient jedoch, nach Maßgabe dieser Aufstellung, natürlich nur für Mittagshöhen. Vor der Einführung der „ganzen Kreise," vorzüglich des Meridiankreises (vergl. d. A.), ward dieser Mauerquadrant, wie ich schon vorn angedeutet habe, als das Haupt-Instrument der beobachtenden Astronomie angesehen, und man gab demselben oft einen Halbmesser von 8 bis 10 Fuß, um nur auch einen zu feineren Unterabtheilungen hinreichend großen Limbus zu erhalten. Zuerst ist dieser „Mauerquadrant," wie gesagt, von Tycho, und zwar auf seiner Sternwarte zu Uranienberg* angewendet, und auch von ihm: „Astronomiae instauratae mechanica." Wandesburgi. 1598. Fol., beschrieben. Tycho's Mauerquadrant war jedoch nur erst von Holz, wogegen Hevel, der uns aus dem Art. Mond (S. 154) bekannte Danziger Astronom, ein solches Instrument mit großen Kosten aus Messing, wie angegebenermaßen noch jetzt geschieht, und überaus sauber verfertigen ließ (er hat dasselbe: „Machinae coelestis. Pars prior." Gedani. 1673. Fol. ebenfalls selbst beschrieben). Den ersten Gebrauch der Fernröhre aber bei Höhenmessungen** mittelst des „Quadranten" legt man dem (uns aus dem Art. Erde, S. 355, bekannten) Französischen Geometer Picard bei, welcher sie zwar nur bei beweglichen Quadranten angewendet hat, wonächst sie jedoch bald auf den hier betrachteten Mauerquadranten übergegangen sind. — In ein weiteres Detail über dieses Instrument lasse ich mich, da dasselbe, wie gesagt, jetzt durch die „ganzen Kreise" allermeistens verdrängt ist, nicht ein; wer ein solches Detail verlangt, findet dasselbe wieder bei Lalande: „Astronomie." §. 2328 flgd. „Description du Quart-de-cercle *mural*," wo auch noch einige mehrere historische und literarische Notizen vorkommen, als ich im Laufe dieses Vortrages über „Quadranten," welchen ich hiermit beschließe, bereits beigebracht habe.

Quadratur, Quadratschein, Geviertschein; Quadratura, Adspectus quadratus; *Quadrature*, Opposition quadrate. Man gibt diesen Namen derjenigen Stellung zweier (beliebigen) Gestirne (Haupt- oder Nebenplaneten mit der Sonne, oder unter sich, oder mit Fixsternen u. s. w.) gegen die Erde, in welcher sich ihre (also geocentrischen) Längen um den vierten Theil des Kreises, d. h. um 90° unterscheiden.* Diese Stellung ist eine von den Aspecten, in welchem allgemeinen Artikel auf die gegenwärtige specielle Auseinandersetzung verwiesen wird.

Insbesondere (vergl. d. Anmerk.) nennt man „Quadraturen" die Stellungen der oberen (s. unten) Planeten, in welchen sie der (geocentrischen) Länge nach um jene 90° von der Sonne abstehen. In diesen Stellungen (bei dieser Längenverschiedenheit) gehen dieselben ungefähr** 6 Stunden nach oder

* Schloß auf der sonst dänischen, jetzt schwedischen Insel Hween (Ween) im Sunde, wo Tycho (über welchen biographische Notizen im Art. Weltsystem vorkommen) seine Sternwarte hatte. Die Gebäude sind jedoch von den Schweden geschleift.

** Im Brennpuncte eines, am Quadranten angebrachten, die Ebene des Verticals durchlaufenden, solchen Fernrohres ist nämlich (vergl. d. A. S. 449) ein Fadennetz angebracht, wovon der eine horizontal ausgespannte Faden genau durch den Mittelpunct des Gesichtsfeldes geht, und also die Höhe des Gestirns für den Augenblick angibt, da sich dasselbe eben auf dem Faden befindet.

* Wo der Winkel, welchen die Gesichtslinien von der Erde nach beiden Gestirnen (an der Erde) einschließen, 90° beträgt. Die Elongation (vergl. d. A.) bezieht sich zwar auch auf diesen Winkel, aber abgesehen von jener bestimmten Größe der 90° und mit der Voraussetzung, daß das eine Gestirn eben die Sonne sey, wogegen bei der „Quadratur" allgemein von „beliebigen" Gestirnen die Rede ist. — Diese beiden Puncte bestimmen also den Unterschied zwischen Quadratur und Elongation.

** „Ungefähr;" — denn damit dieß genau

vor der Sonne durch den Meridian, und sind demgemäß entweder in der ersten oder in der letzten Hälfte der Nacht sichtbar. Der Lauf der Erde um die Sonne hat dann in einer Richtung Statt, die (ziemlich) gerade vom Planeten weg oder gerade auf ihn zu führt, daher der scheinbare Ort dieser Planeten durch die gleichzeitige Bewegung der Erde in ihrer Bahn dann am wenigsten afficirt wird.

Bei den untern Planeten (Mercur und Venus) hingegen können „Quadraturen," wie sie also bei den oberen vorkommen, nicht eintreten, weil sich diese beiden Planeten (vergl. Mercur, S. 93, und Venus) nie bis auf 90° (östlich oder westlich) von der Sonne entfernen* (weil der Winkel, den geocentrische Gesichtslinien nach dem einen oder dem andern dieser Planeten und der Sonne an der Erde, deren Jahresbahn die Bahn dieser unteren Planeten umschließt, wogegen sie von den Bahnen der oberen eingeschlossen ist, bilden, deßwegen nie auf 90° steigt.)

Beim Erdmonde nennt man „Quadraturen" oder Viertel (*Quadratures*, Quartiers) ebenfalls die Gestalten, unter welchen er sich an den Stellen zeigt, wo er der (erdsichtigen) Länge nach um 90° von der Sonne absteht. In diesen Stellen erscheint der Mond als eine halbe Scheibe (Luna dichotoma), und der helle Theil ist vom dunkeln (s. Mondphasen) durch eine gerade Linie getrennt. Das erste Viertel tritt beiläufig 7 Tage nach dem Neumonde ein; der zunehmende Mond geht dann nach der Sonne auf, ist etwann um 6 Uhr Abends im Meridian, und (vergl. oben) demgemäß in der ersten Hälfte der Nacht sichtbar, bis er gegen Mitternacht untergeht. Im letzten Viertel dagegen zeigt er sich während seines Abnehmens, ungefähr 7 Tage nach dem Vollmonde, geht alsdann um Mitternacht auf und ist daher in der letzten Hälfte der Nacht sichtbar.

In Bezug auf die Fixsterne haben wir, wie ich schließlich aus dem Artikel Abirrung (S. 13) erinnere, nicht weniger diejenigen Stellungen „Quadraturen" genannt, in welchen diese Gestirne Morgens oder Abends um 6 Uhr culminiren.

der Fall wäre, müßte nicht sowohl die Verschiedenheit der Länge, sondern vielmehr der geraden Aufsteigung eben 90° betragen, indem nur auf einen solchen Bogen dieser letzteren auch streng 6 Stunden (6 . 15° = 90°) kommen. Die daraus entspringende Zeitdifferenz beträgt indeß meistens nur sehr wenige Minuten.

* Eine Zeichnung drei concentrischer Kreise, davon der innerste die Bahn eines unteren, des äußersten eines oberen Planeten, des mittleren die Erdbahn um das gemeinschaftliche Centrum der Sonne vorstellen, und deren Entwurf ich den Lesern selbst anheim gebe, macht die Sache gleich ganz augenscheinlich.

R.

Radius vector; Rayon *vecteur* (der verewigte, von uns viel citirte Berliner Astronom Bürja [vergl. Gravitation, S. 698] gebraucht als deutschen Ausdruck für Radius vector das nicht unpassende, jedoch weiter nicht in Gebrauch gekommene Wort „Träger"). So nennt man in der Theorie des Planetenlaufes und überhaupt bei Central-Bewegungen die aus dem Brennpuncte der elliptischen Bahn des Gestirns nach dessen Mittelpuncte (oder — s. wieder Gravitation, S. 697 — theoretisch genauer, aus dem Mittelpuncte der Kräfte nach dem Schwerpuncte) des bewegten Körpers, d. h. nach dem jedesmaligen Bahnorte (vergl. unten), welchen derselbe einnimmt, führende gerade Linie. Da z. B. die Erde um die Sonne in einer solchen elliptischen Bahn läuft, deren Brennpunct jener Centralkörper einnimmt, so heißt eine Gerade aus dem Sonnenmittelpuncte (aus dem — nochmals Gravitation, S. 705 — gemeinschaftlichen Schwerpuncte des ganzen Sonnensystems) nach dem Erdmit-

telpuncte (nach dem Schwerpuncte des durch die Erde und ihren Mond gebildeten Erdsystems) ein „Radius vector" der Erdbahn. — Der „Radius vector" gibt also die entsprechende jedesmalige Entfernung des betreffenden Planeten von der Sonne (des Gestirns vom Kraftpuncte) an, welche demzufolge, so wie dieser sie ausdrückende Radius vector, der Natur der Ellipse gemäß, von veränderlicher Größe, namentlich in der Sonnennähe am kleinsten (= der halben großen Axe — der Excentricität), in der Sonnenferne am größten (= der halben großen Axe + der Excentricität) ist, zu beiden Endpuncten der kleinen Axe aber (ich hebe gerade diese vier Fälle nicht ohne Absicht aus) den Mittelwerth hat (= der halben großen Axe selbst ist). Schon im Artikel Planetentafeln nämlich habe ich, mit Verweisung hierher, die Relation zwischen dem „Radius vector" (r), der halben großen Axe (a), der Excentricität (ae, wo e also den Excentricitätsbruch, das Verhältniß von ae zu a bedeutet) und der mittleren Anomalie (m) durch die Gleichung $r = a - ae \cdot \cos m$ angegeben, und wir wollen nun, unserer Gewohnheit gemäß, diese Gleichung an den ausgehobenen vier speciellen Fällen verificiren. Rechnet man aber von der Sonnennähe an, so ist m dort = 0, cos m also = 1, und r = a — ae; in der Sonnenferne findet sich m = 180°, davon d. Cos. = — 1, daher r = a + ae, wogegen an den beiden Endpuncten der kleinen Axe m (vergl. d. Anmerk., wenigstens nahe) einmal = 90, das anderemal = 270°, der Cosinus = 0 und r = a wird,* wie oben angegeben ist; und welches dergestalt in der That die verlangte Probe gewährt. — Hier ist demnach somit der „Radius vector" unmittelbar aus der mittleren Anomalie abgeleitet, welches offenbar die Hauptaufgabe abgibt. Will man dagegen die Art, seine Herleitung aus der excentrischen und wahren „Anomalie" (vergl. letzteren Artikel) wissen, so ziehe man in Fig. 4. der Tafel XII. QN parallel mit dem Radius vector SM, wonächst man (wegen der Aehnlichkeit der entstehenden Dreiecke NQR und MSR) SM : QN = RM : RN = CD : CK oder CN hat; hieraus kommt SM : CD = QN : NC = sin QCN : sin CQN = sin RCN : sin RSM, und endlich sin SMC : sin NCS = CD : SM; — und welches also lehrt, daß sich der Sinus der wahren Anomalie (ASM = CSM) zum Sinus der excentrischen Anomalie (NCA Supplement von NCS) verhält, wie die halbe kleine Axe (CD) zum Radius vector (SM).

Noch ist vom „Radius vector" nur zu bemerken, daß sich, der zweiten Keplerschen Regel (S. 908) gemäß, die Flächenräume, welche derselbe bei der Bewegung des betreffenden Planeten beschreibt, wie die Zeiten verhalten, in denen jene Flächen beschrieben werden. — Schließlich aber füge ich als Worterklärung hinzu, daß man dem, nach dem (vgl. oben) Bahnorte eines Planeten führenden (dem „wahren") Radius vector einen reducirten Radius vector („Distantia curtata") entgegensetzt, worunter man die aus der Sonne nach dem auf die Ekliptik reducirten Planetenorte (vergl. Heliocentrisch, S. 736) gedachte Gerade versteht.

Rechtläufig; Directus; *Direct* (im Gegensatze von rückläufig, vergl. d. Art.) nennt man die Bewegung eines Gestirns, namentlich eines Planeten,*

* Gelehrtere Leser könnten mir einwenden, daß die Gleichung eigentlich $r = a - ae \cdot \cos m - \frac{ae^2}{2} (\cos 2m - 1) - \ldots$ heiße. Sie werden sich aber überzeugen, daß dieß zweite Glied in den obigen beiden ersteren Fällen 0 wird, indem cos 2 0 = cos 2 . 180° = + 1. Findet dieß dagegen in den beiden andern Fällen nicht eben so genau Statt, so ist der Grund der, daß die Annahme, „die mittlere Anomalie der 90 und 270° trete eben an den Endpuncten der kleinen Axe selbst ein" (s. oben), auch nicht vollkommen genau ist.

* Der in seiner Bahn um die Sonne laufende Planet scheint der gleichzeitig in ihrer Bahn um dieselbe, in einer nämlichen Bewegung begriffene

wenn sein scheinbarer Lauf unter den Fixsternen der Ordnung der himmlischen Zeichen (s. Folge der Zeichen) folgt. Aus der Sonne, als dem wahren Mittel- (Brenn-) Puncte der Bewegung, erscheint (ist) die Bewegung aller Planeten, wie sie wirklich geschieht, stets „rechtläufig," gleichwie dasselbe von der Bewegung der Nebenplaneten um ihren Centralkörper, und der Begleitsterne in den Doppelsternsystemen (s. Fixsterne, S. 566) gilt. Unter den Kometen dagegen (vergl. d. A. gleich Eingangs und S. 965) gibt es in der That viele, deren Lauf nach der entgegengesetzten Richtung erfolgt (die, selbst aus der Sonne betrachtet, „rückläufig" sind), welche Ausnahme von der obigen, sonst allgemeinen Regel eben einen der Hauptunterschiede dieser merkwürdigen Weltkörper von den übrigen constituirt.

Wenn aber der Planet, von der Erde gesehen, hiernach zu manchen Zeiten auch „rechtläufig" erscheint, wie er es also, aus der Sonne betrachtet, wirklich stets ist, so folgt doch daraus noch nicht, daß deßhalb diese geocentrische „rechtläufige" Bewegung dann dem wahren „rechtläufigen" heliocentrischen Planetenlaufe völlig entspreche. Die Sonne befindet sich ruhend im Centralpuncte des Systems; die Erde ist, gleich dem Planeten, im Umlaufe um dieselbe begriffen; — und man sieht also ohne weiteres ein, daß ihre Bewegung sich immer mit der Bewegung des Planeten combinirt, und letztere also auch immer anders erscheinen läßt, als sie es, wie gesagt, heliocentrisch wirklich ist. Ein Beispiel hiervon habe ich im Art. Jupiter, S. 825, beigebracht; wenn aber auch dieß von den Lesern zur Versinnlichung nicht hinreichend befunden werden sollte, so rathe ich, wie schon l. c. vorgeschlagen ist, sich einen größeren, und in demselben concentrisch einen kleineren Kreis zu zeichnen, den ersteren, um im gewählten Beispiele zu bleiben, vom Jupiter mit einer etwann 12 Mal geringeren Geschwindigkeit, als den letzteren von der Erde durchlaufen zu lassen, und dabei die, während der „Rechtläufigkeit" eintretenden heliocentrischen mit den geocentrischen Himmelsstellen zu vergleichen. Der eigene Entwurf dieser leichten Zeichnung, welchen ich schließlich sehr empfehle, wird den ganzen Vorgang der combinirten Bewegung der Erde und eines zweiten Planeten, mit den oben angedeuteten Folgen davon, in das beste Licht stellen.

Erde bald recht-, bald rückläufig, bald stationär (s. auch letzteren Art).

Rectascension, s. Aufsteigung, gerade.

Reduction auf die Ekliptik; Reductio ad Ecliptican; *Réduction à l'Ecliptique.* Versinnlichen wir uns, um zu einem deutlichen Begriffe von demjenigen, was hier erklärt werden soll, zu gelangen, Fig. 5. der Tafel XII., einen Planeten P, und dessen gegen die Ekliptik KE geneigte Bahn KP; dieser Planet sey jetzt durch seinen aufsteigenden Knoten (s. d. A.) K gegangen, und erhebe sich von da an über jene Ebene der Ekliptik, über welcher er eben den Bahnort P erreicht haben soll, so denkt man sich von diesem Bahnpuncte P einen Perpendikel PE auf selbige Ebene, welcher darin (in der Ekliptik selbst, von der ihre Ebene als dort begrenzt angenommen wird) den (vergl. Heliocentrisch, S. 736) auf die Ekliptik „reducirten" Planetenort E angibt; dabei entsteht, wie man sieht, das bei E rechtwinklige sphärische Dreieck KPE, in welchem der Winkel K die (bekannte) Neigung der Planetenbahn gegen die Ekliptik, KP das (ebenfalls bekannte) Argument der Breite, KE aber den (gesuchten) Abstand des (reducirten) Planeten(ortes) vom Knoten, auf der Ekliptik (im Bogen der Ekliptik) gerechnet, bezeichnet; der Unterschied zwischen jenem Argument der Breite und diesem Abstande (KP — KE) ist (vgl. wieder Heliocentrisch, S. 738) die „Reduction auf die Ekliptik," deren Begriff ich hier erklären sollte.

Nun gibt aber der vorliegende sphärische Triangel r : tang KP = cos K : tang KE, d. h. der Radius ist zur Tangente des Arguments der Breite, wie der Cosinus der Neigung zur Tangente des Abstandes des reducirten Plane-

tenortes (in der Ekliptik) vom aufsteigenden Knoten; und man hat also die „Reduction auf die Ekliptik," indem man den also gefundenen Bogen KE von dem gegebenen KP abzieht. Dabei ist jedoch zu bemerken, daß diese „Reduction auf die Ekliptik" nur so lange, als AP noch nicht volle 90° beträgt, d. h. also im 1sten Quadranten davon subtrahirt, im 2ten Quadranten aber vielmehr dazu addirt werden muß, und daß sich dieß gegenseitig eben so im 3ten und 4ten Quadranten, in welchem letzteren der Planet den absteigenden Knoten erreicht, verhält,* indem der zwischen den beiden Knoten enthaltene Bogen der Bahn sowohl als der Ekliptik gleich sehr 180° hält, so daß der Betrag einer früheren Subtraction durch den der folgenden Addition nothwendig compensirt werden muß.

Den Nutzen dieser „Reduction auf die Ekliptik" weist nun ferner und schließlich der angezogene Art. Heliocentrisch l. c. nach, allwo gelehrt wird, den Bahnort eines Gestirns in Länge und Breite, also mit Bezug eben auf die Ekliptik, erst sonnensichtig und zuletzt dann in der nämlichen Art erdsichtig anzugeben.

Reduction auf den Meridian; Reductio ad Meridianum; *Réduction au Méridien.* Ich habe, namentlich im Art. Polhöhe, s. d. angeführt, daß man Mittel besitze, aus Zenithdistanzen eines Gestirns, welche kurz vor oder nach der Culmination desselben genommen sind, die Zenithdistanz im Meridian selbst oder also die Mittagshöhe, als Complement dieser letzteren, und diesergestalt eben die „Polhöhe" (geographische Breite) abzuleiten. In jenem Artikel ist auch die Nothwendigkeit dieses Verfahrens besonders für den Seefahrer nachgewiesen, welcher die Polhöhe fortwährend zu ermitteln hat, und oft durch eintretendes trübes Wetter oder andere Umstände an solchen Messungen im Meridian, dessen Richtung auf dem Meere ohnedieß nur nach dem Compaß bestimmt werden kann, verhindert wird. Dieses Verfahren belegt man nun, wie l. c. mit Verweisung wegen des Details hierher anticipirend bemerkt worden, mit dem obigen Namen der „Reduction auf den Meridian." Zur Ausführung desselben wird jedoch erfordert, daß man die Polhöhe bereits beiläufig abschätzen könne, und sie nur genauer haben wolle, gleichwie daß nicht weniger der Culminationsmoment des betreffenden Gestirns (aus der auf die, also auch als bekannt vorausgesetzte Länge zur See — vergl. d. A. — gebrachte Zeitangabe des Schiffskalenders) bekannt sey.

Ist aber solchergestalt diese Zeit der Culmination eines Himmelskörpers auf der See genau bekannt, so kann man also aus einer Höhenmessung desselben kurz vor oder nach seiner Culmination (nur nicht zu viel über 10 Min. Zeit) die Mittagshöhe mit hinlänglicher Genauigkeit auf folgende Art berechnen: Es sey die ungefähre Polhöhe des Schiffs $= \varphi$, die Abweichung der Sonne δ; die Höhe werde n Minuten vor der Culmination genommen, so ist die Höhen-Veränderung in Secunden während einer Minute Zeit:

$$\frac{1{,}96348^{*} \cdot \text{Cos. } \varphi \cdot \text{Cos. } \delta^{**}}{\text{Sin. } (\varphi \mp \delta)}$$

— gilt für nördl. } Abweich.
+ gilt für südl. }

Dieser Quotient, mit n^2. multiplicirt, gibt die Höhenveränderung bis zur Cul-

* Es kommen, wie ich noch bevorworten muß, in der rechnenden Astronomie auch Fälle vor, in denen man umgekehrt AP aus AE sucht („Reduction auf die Ebene der Bahn"; *Réduction au plan de l'orbite*, — wie Lalande „Astronomie." §. 1296. ein solches Beispiel beibringt); in diesen Fällen muß, wie man gleich einsieht, aus der obigen Subtraction eine Addition, und aus der Addition eine Subtraction werden.

* Eine Minute Zeit ist = 15′ = 900″ im Bogen, und eine Secunde beträgt in Theilen d. Halbmessers 1=0,0000048481 = e. Nun muß das Doppelte des Quadrats der Hälfte von 900″ mit e multiplicirt werden. Also 2. $(450)^2$.e und dieß gibt im Product 1,96348.

** φ und δ brauchen nur bis auf einige Minuten bekannt zu seyn.

mination, und damit die Meridianhöhe und die genauere Polhöhe. Z. B.* Ein Seefahrer hat den 24sten Aug. 1806 unter der beiläufig geschätzten nördlichen Polhöhe von 46° 30′, da die Abweichung der Sonne nach den Ephemeriden unter dem Meridian des Schiffs 11° 14′ 10″ nördl. war, 7′ 10″ vor Mittag den wahren Zenithabstand der Sonne 35° 20′ oder die Höhe derselben 54° 40′ beobachtet. Wie viel war diese Höhe von der Mittagshöhe verschieden?

$\varphi = 46° 30'$ — — — Log. Cos. 9 . 837812,
$\delta = 11° 14'$ — — — Log. Cos. 9 . 991599,
1,96348 = Log. 0 . 293026,
0 . 122437,
$\varphi - \delta = 35° 16'$ Log. Sin. . 9 . 761464,
Höhenveränderung in $1' = 2'', 3 =$ 0 . 360973.

Diese mit $(7' 10'')^2 = (7' 2)^2 = 51' 8 = n^2$ mult., gibt 1′ 59″, um welche die 7′ 10″ vor der Culmin. beobachtete Höhe kleiner war, als die Mittagshöhe; sie werden also zu jener addirt, und geben 54° 40′ + 1′ 59″ = 54° 41′ 59″ = der Mittagshöhe. Nun war an diesem Tage unter dem Meridian des Schiffs die Abweichung der ⊙ . . . . . — 11° 14′ 0″ subtrahirt, gibt die Höhe des Aequators . . . . . 43° 27′ 59″ und damit die richtigere geogr. Breite 46° 32′ 1″ nördl. — Bei diesen Vorschriften ist die Veränderung der Abweichung der Sonne vom Augenblick der Höhenmessung bis zu Mittag außer Acht gelassen, da solche nur wenige Secunden in der Mittagshöhe ändert, die auf der See nicht zu beobachten sind.**

Die Formeln zu einer noch strengeren Behandlung schließlich besonders bei Delambre (dem uns bereits bekannten Französischen, 1822 zu Paris verstorbenen Astronomen) „Astronomie théorique et pratique.“ Paris. 1814. 3 B. gr. 4. II. 246. — Bei der großen praktischen Wichtigkeit des Gegenstandes habe ich diese Ausführlichkeit der Darstellung für angemessen erachtet. — Von den übrigen vielfachen allgemeinen Anwendungen des Ausdruckes „Reduction“ in der Astronomie brauche ich hier nicht besonders zu handeln.

* Ich finde dieses Beispiel in meinen Materialien und auch in Bode's (des verewigten Berliner Hofastronomen) Sternkunde.“ 3. Aufl. Berlin. 1808. 2 B. 8.

** Uebrigens wird auch noch diese geringe Verbesserung der auf obige Art berechneten Mittagshöhe gefunden, wenn man dazu vom 21sten Dec. bis 21sten Jun. bei vormittägiger oder vom 21sten Juni bis 21sten Dec. bei nachmittägiger Höhe, das Product n. Veränderung der Abw. in 1 Minute, addirt, und selbiges, in den 6 ersten Monaten bei nachmittägiger und in den 6 letzten bei vormittägiger Höhe davon subtrahirt.

Reflector im Gegensatze von Refractor, s. Fernrohr, S. 420, wo dieser Unterschied zwischen den, die Lichtstrahlen bloß „reflectirenden“ Spiegel-Teleskopen und den dieselben dagegen brechenden („*réfracter*“) gewöhnlichen Fernröhren gründlich auseinander gesetzt wird.

Reflexion, s. Zurückwerfung.

Refraction, s. Strahlenbrechung, astronomische.

Regen; und

Regenbogen; Iris, Arcus coelestis; *Arc-en-ciel*. Ich führe dieses letztere schöne, in seiner uns bekannten Gestalt specieller in die Meteorologie der Erde gehörige Meteor hier nur Behufs der Bemerkung an, daß dasselbe seiner Natur nach nicht auf diesen Planeten Erde eingeschränkt seyn kann, sondern vielmehr auf allen Planeten angenommen werden muß, auf denen ein „Regen,“ und also auch eine „von den Sonnenstrahlen beschienene Wand von Regentropfen“* ver-

* Bekanntlich nämlich wird der „Regenbogen“ durch Newton aus einer solchen

muthet werden darf. Da wir nun namentlich auf dem Mars (S. 77) Schnee nachgewiesen haben, wobei der „Regen" doch natürlich eingeschlossen ist, so wird man für diesen Planeten auch den „Regenbogen" zugeben. Vom Jupiter (S. 830) gilt Aehnliches; — auf Betrachtung des „Regenbogens" unter diesem Gesichtspuncte planetarischer Analogie beschränke ich mich aber hier.

Repetitionskreis, s. Multiplicationskreis, S. 199, wo der Grund dieses doppelten Namens für Ein und dasselbe Instrument nachgewiesen wird.

Retrograd, s. Rückläufig.

Revolution, Umlauf; * Revolutio, Circuitus, Periodus; *Révolution*. Mit diesem Namen belegt man bei Central-Bewegungen (vergl. d. A.) den Fortgang des bewegten Körpers von einem Puncte seiner krummlinigen Bahn bis wieder zu eben demselben Puncte, demgemäß also hierbei immer eine solche Curve (eine „geschlossene") vorausgesetzt wird, welche in sich selbst zurückgeht. So machen die Planeten und Kometen** elliptische „Revolutionen (Umläufe) um die Sonne, als den Centralpunct dieser Centralbewegung; die (Trabanten) Nebenplaneten (Monde, vergl. unten) verrichten dergleichen um ihre Hauptplaneten; die Begleitsterne in den Doppelstern-Systemen um den Centralstern. Durch „Revolution" bezeichnet man demnach den Umlauf eines Himmelskörpers um seinen Centralkörper (z. B. den „Umlauf" des Planeten Erde in seiner Jahresbahn um die Sonne), wogegen sich der Ausdruck Rotation (vergl. nochmals den besond. Art.) auf die Arendrehung (mit Anwendung des nämlichen Beispieles auf die tägliche * Umdrehung der Erdkugel um ihre Axe) bezieht.

Von der Verbindung dieser beiden Bewegungen, der Rotation mit der „Revolution," der rotatorischen mit der progressiven, zuvörderst, habe ich namentlich schon im Art. Bahnen, S. 105, gehandelt; unsere Erdkugel z. B., gleich jedem anderen Planeten, verhält sich bei dem Umlaufe (der Revolution) um die Sonne, in jener Verbindung mit der Arendrehung, wie eine in runder Bahn dahin rollende, und sich dabei also zugleich immer um sich selbst drehende Kegelkugel; ich weiß für die verbundene Revolutions- und Rotations-Bewegung der Hauptplaneten um die Sonne kein vollkommener entsprechendes Gleichniß zu wählen. Dagegen paßt dasselbe nicht so gut auf die Umlaufsbewegung (Revolution) der Nebenplaneten um ihre Hauptplaneten, weßhalb ich auch oben zu „Mond" „vergl. unten" geschrie-

„Wand von Regentropfen, von denen die, unter einem gewissen Winkel darauf fallenden Sonnenstrahlen mit Farbenzerstreuung in Bogenform reflectirt werden," auf das glücklichste erklärt. Mit Bezug auf diese Erklärung besingt, wie manche Leser hier vielleicht gern erwähnt finden, Thomson das prächtige Phänomen in den „Seasons," von denen der wackere Schlesische Dichter Hugo von Rothkirch eine gelungene Uebersetzung lieferte, in welcher besonders die den Regenbogen betreffende Stelle sehr sorgfältig bearbeitet ist.

* Oft findet man nämlich diesen Gegenstand wirklich nur unter dem letzteren Namen behandelt; in der neueren Astronomie ist es indeß gewöhnlicher, „Umlauf" und „Umdrehung" einander mit den Namen der Revolution und Rotation (s. letzten Art.) entgegenzusetzen. Dagegen werde ich sprachgebräuchlicher „Umlaufszeit" (vergl. auch diesen Art.) sagen.

** Die Leser könnten sich hierbei durch den oft vorkommenden Ausdruck einer „parabolischen Kometenbahn" irren lassen. Allein ich habe schon im Art. Bahnen, S. 92 und 96, bevorwortet, daß die Bahnen aller Himmelskörper unausnamentlich Ellipsen sind, und daß man bei Berechnung der Kometenbahnen die Parabel (diese nicht „geschlossene" Curve) nur als eine, lediglich zur Erleichterung der Rechnung dienende Fiction anwendet.

* Sprachliche Bemerkung: Im Französischen steht dafür oft „*révolution* diurne," obwohl genauer „rotation" gesagt seyn sollte.

ben habe. Unſer Mond (S. 151) z. B. rotirt bei der progreſſiven Bewegung um die Erde nicht zugleich um ſeine Axe: ſeine Kugel verhält ſich dabei nicht wie eine „rollende," ſondern vielmehr nur wie eine gleitende; und daſſelbe gilt von allen Nebenplaneten (S. 217), und gibt den unterſcheidenden Charakter der progreſſiven („revolutoriſchen," wenn ich ſo ſagen darf) Bewegung der Hauptplaneten und Nebenplaneten ab. Von den Kometen wiſſen wir in dieſem Bezuge Nichts; von den Sternſatelliten, als Sonnen, iſt es aber, da unſere Sonne (vergl. d. Art.) eine rotatoriſche Bewegung hat, wahrſcheinlich, daß ſie, ihrer Eigenſchaft als Trabanten (als Nebengeſtirne) unerachtet, doch eine rotatoriſche mit der Revolutions-Bewegung verbinden.

Jene Revolutions-Bewegung, namentlich der Planeten, hiernächſt ſelbſt angehend, ſo anticipire ich in dieſem Bezuge aus (vergl. d. Anmerk.) Umlaufszeit, daß, wenn man nur die (durchſchnittliche) tägliche Bewegung a eines Planeten kennt, man die ganze Umlaufszeit T (die Zeit, in welcher bei dieſer Centralbewegung die vollen 360 Grade um den Centralpunct beſchrieben werden) alsbald finden kann, indem, ſo wie $a = \frac{360^\circ}{T}$, eben ſo $T = \frac{360}{a}$, wo a demnach in Graden, T in Tagen angenommen iſt. Für die Erde (Sonne, auf welche man — vergl. d. A. — die Bewegung überträgt) z. B. hat man in Bezug auf die Fixſterne $a = 0^\circ,985609$,* und demzufolge $T = \frac{360^\circ}{0^\circ,985609} = 365,256384$ Tage.** Dabei iſt nun aber zu bemerken, und dahin hat dieſe Anticipation auch vorzüglich nur führen ſollen, daß diejenigen Puncte der „geſchloſſenen" Bahn, welche ich oben als Puncte der Rückkehr für die in der Revolutions-Bewegung darin begriffenen Planeten bezeichne (wie z. B. die Nachtgleichenpuncte), ſelbſt wieder bewegliche ſeyn können; — und daher entſpringen dann die verſchiedenen Arten von „Revolutionen" (von Jahren, wie ich ſie in dieſem Artikel namentlich für den Planeten Erde nachweiſe), welche meinen Leſern unter dem Namen der ſideriſchen, tropiſchen u. ſ. w. ſchon bekannt ſind. Die einfachſte und darum auch gleich hervorgehobene dieſer Revolutionen iſt eben dieſe voranſtehende ſideriſche, d. h. die Rückkehr des Planeten zum nämlichen, als ganz unbewegt angenommenen Fixſterne° (Sidus), und bei welcher alſo unter dieſer Vorausſetzung eine ſolche Beweglichkeit des Punctes der Rückkehr nicht eintritt; und dieſe iſt nun, wie geſagt, die erwähnte, deren Dauer wir für den Planeten Erde = 365 T. 6 St. 9′ 11″ = 365,256384 T. gefunden haben. Von dieſer „ſideri-

* Ich gebe hier a in Decimaltheilen des Grades, ſtatt, wie gewöhnlich, in Minuten und Secunden. In letzteren beträgt die (durchſchnittliche) tägliche Bewegung der Erde $\left(\frac{360^\circ}{365\frac{1}{4}\text{ Tage}} = \text{nahe}\right)$ 59′ 8″ = 3548″; man hat aber in der That 3600″ : 1° = 3548″ : 0°,9856, wie oben. Die neueſte Aſtronomie findet dieſen Ausdruck durch Decimalen bequemer.

** Im Art. Jahr, S. 800, iſt die Dauer der ſideriſchen „Revolution" der Erde zu 365 T. 6 St. 9′ 11″ angegeben, demgemäß 9′ 11″ = 0,006384 Tag ſeyn müßten. Die Leſer mögen die Rechnung ſelbſt machen, indem Sie nach Anleitung der voraufgehenden Anmerkung wieder ſagen 24 . 3600″ : 1 Tage = (9 . 60″) + 11″ : 0,006384 Tagen; das Facit wird vielleicht um einige Secunden, um welche noch Ungewißheit über jene Dauer herrſcht (alſo in den letzten Decimalen) nicht genau ſtimmen. — Dieſe Bevorwortung gilt übrigens auch für die voraufgehende und folgende Anmerkung.

° Der frei im Raume (im Univerſum) ſchwebende Planet beſchreibt ſeine Bahn eben ſo frei in dieſem Raume; wir verſetzen dieſelbe aber daraus an die Innerfläche der eingebildeten Himmelshohlkugel, wo ſie uns alſo durch die dort gleichſam angehefteten Fixſterne zu gehen ſcheint, welche demnach Bahnpuncte ſelbſt abgeben. — So muß die Sache, wie ich ſchon öfters empfohlen habe, eigentlich aufgefaßt werden.

schen" Revolution, dieser Rückkehr des Planeten zu einem Bahnpuncte, welcher (vergl. d. Anmerk.) durch einen als unbeweglich angenommenen Fixstern repräsentirt wird, unterscheiden sich sodann aber, eben wegen der Beweglichkeit der Puncte, auf welche sie sich beziehen, die tropische* (auch periodische) und die anomalistische „Revolution," unter welcher ersteren man die schon oben erwähnte Rückkehr eines Planeten (zu den Nachtgleichen überhaupt oder bestimmter) zum Frühlingspuncte" (vergl. d. A.) versteht, wogegen der letzteren diese Rückkehr zum Perihelium zu Grunde liegt.

Bei den Kometen (S. 934) und Begleitsternen (s. Fixsterne, S. 566) ist nur von Einer Art von „Revolution," nämlich von der Rückkehr zum geringsten Abstande vom Centralkörper (also von einer „anomalistischen" Revolution) die Rede. Hinsichtlich des (Erd-) Mondes dagegen wird (vergl. d. A. Monat), außer der siderischen, tropischen und anomalistischen „Revolution," wie die Ausdrücke oben erklärt sind, auch noch eine (Drachen-, draco) drakonische (Rückkehr zum aufsteigenden Knoten) und synodische „Revolution" (Wiedereintritt des Vollmondes) betrachtet.

Alle diese verschiedenen Arten von Revolutionen lassen sich übrigens, wie man auch leicht einsieht, bei vorausgesetzter Kenntniß des Maßes der Bewegung der beweglichen Puncte (Nachtgleichen, Apsiden u. s. w.), nach denen sie sich regeln, und im Vergleiche zum siderischen, als unveränderlich angenommenen Umlaufe, ihrer Zeitdauer nach, leicht auseinander herleiten. Diese Herleitung habe ich aber gleich Eingangs dem besondern Art. Umlaufszeit vorbehalten; die Sache selbst, abgesehen von einer solchen gegenseitigen Herleitbarkeit, ist hier mit einer, für unsere Zwecke hinreichenden Ausführlichkeit abgehandelt, und ich beschließe also den gegenwärtigen Vortrag über „Revolution" selbst damit.

Rhumb; Rhombus; *Rumb de vent.* Mit diesem Namen bezeichnen die Seefahrer (vergl. Compaß, S. 194) die Weltgegenden ihres (Schiffs-) Ortes, d. h. die Linien aus dem jedesmaligen Orte des Schiffes nach den 32 Puncten (s. Weltgegenden, Windrose) der gewöhnlichen Eintheilung des Horizonts; diese Linien werden von den auf den Seecharten (vergl. Landcharte, S. 38) angebrachten „Windrosen" aus über die ganze Charte verlängert (die Ansicht einer solchen Charte zeigt es am besten). Und da nach den l. c. und im Art. Loxodromie entwickelten Principien die Meridiane solcher Seecharten mit einander parallel laufen, so hat dieser Parallelismus nicht weniger auch für die Linien aller übrigen gleichnamigen „Rhumben" Statt, so daß demnach ein mit der Linie eines beliebigen Rhumbs parallel gelegtes Lineal an allen Stellen der Charte eben denselben Rhumb zeigt.

Sonst heißt Rhumb aber auch der Bogen des Horizonts zwischen zwei zunächst neben einander liegenden Weltgegenden, z. B. zwischen Nord und Nordgen-West, oder also der 32ste Theil des Umkreises. In dieser Bedeutung sagt man, „die Richtung des Schiffes oder Windes ändere sich um ½ Rhumb, um 1, 2 Rhumben. Jeder Rhumb beträgt aber $\left(\frac{360}{32} =\right)$ 11 ¼ Grad.

Ring (Ringe) des Saturn, s. letzteren Artikel.

Ringkugel, Armillarsphäre; Sphaera armillaris; *Sphère armillaire* (auch das „Astrolabe" des Ptolemäus, wie es Lalande „Astronomie." §. 2275. beschreibt, gehört hierher). Man versteht

* Ich habe, Behufs dieser Vergleichung der auf einen solchen unbeweglichen und einen beweglichen Punct bezogenen „Revolution," eben die Dauer des siderischen Erdjahres, nämlich . . . . 365 T. 6 St. 9′ 11″ = 365.256384 T. angegeben; das tropische beträgt . 365. 5. 48. 51 = 365.242254.

daher der Unterschied . . . . . " " 20′ 20″ = 0.014130,

eben die Beweglichkeit des betreffenden Bahnpunctes bezeichnet.

hierunter ein astronomisches Werkzeug, welches aus verschiedenen Reifen oder Ringen („armillis“) zusammengesetzt ist, die die von der sphärischen Astronomie an der scheinbaren Himmelshohlkugel angenommenen Kreise: den Aequator, die Ekliptik u. s. w. im Kleinen nachahmen. Die „Ringkugel“ hat gleiche Absicht mit der künstlichen Himmelskugel (s. d. A.), nämlich ein Modell des scheinbaren Himmels abzugeben; der Unterschied beider Instrumente besteht nur darin, daß die Himmelskugel massiv ist und daher auf ihrer Oberfläche auch die Sternbilder enthalten kann, wogegen die Ringkugel, wie gesagt, nur die Kreise hat. Sie gewährt aber hinwiederum den großen Vortheil, in das Innere sehen zu lassen, wodurch die Vorstellung von jenen Kreisen an der hohlen Kugelfläche erleichtert wird, eine Erleichterung, welche man noch mehr unterstützt, indem man (wenigstens oft) im Mittelpuncte der concentrischen Ringe eine kleine Erdkugel anbringt.

Die alten Astronomen gebrauchten solche Ringe oder Armillen* zu wirklichen Beobachtungen, wie ich davon im Art. Länge der Gestirne, S. 6, ein instructives Beispiel angeführt habe; die Ringe wurden dazu in die entsprechende Lage der Kreise am Himmel, z. B. der Ekliptik, gebracht und das Auge in ihren Mittelpunct gestellt. Auf diese Art maßen (l. c.) die Alexandrinischen Astronomen Längen und Breiten** der Gestirne vermittelst der „Zodiakal-“ (von „Zodiakus,“ Thierkreis, welcher — vergl. d. A. — die „Ekliptik“ bekanntlich in seiner Mitte hat) Armillen (s. d. besondern Art.); da es aber sehr schwer war, diese Ringe in der Stellung der (vergl. Neunzigster) ihre Lage über dem Horizonte allaugenblicklich ändernden Ekliptik zu erhalten, so wandte Tycho de Brahe hernach Aequatorial-Armillen an, und welche ihn also, wie ich ebenfalls l. c. auseinander gesetzt habe, vielmehr gerade Aufsteigungen und Abweichungen bequemer messen, Länge und Breite aber daraus nur rechnend ableiten ließen.

In ihrer heutigen Gestalt zeigt Fig. 1. der Tafel XIII. die „Ringkugel;“ und ich lasse, wiewohl ich eine solche „Sphaera armillaris“ auf den Studiertischen aller meiner Leser annehmen müßte, eine Beschreibung davon folgen, indem manche nützliche Bemerkung daran anzuknüpfen seyn wird.

Der Horizont AB einer solchen Ringkugel ruhet nämlich auf dem Fußgestell, und auf ihm steht senkrecht der Meridian RDZM, welcher, wie bei der künstlichen Himmelskugel, in zwei Einschnitten des Horizonts und einem Einschnitte des Gestells verschiebbar ist, so daß man andere Puncte desselben in das Zenith Z bringen kann. Diese beiden Kreise machen die unbewegliche Sphäre aus. — Ich bitte, diesen schon im Art. Himmelskugel, S. 760, hervorgehobenen Unterschied zwischen der „unbeweglichen“ und der gleich folgenden „beweglichen“ Sphäre, als eine der angedeuteten Bemerkungen, wohl in das Auge zu fassen.

* Von diesen, also zu wirklichen Beobachtungen eingerichteten „Armillen“ („Ringkugeln“) muß jedoch die berühmte Armilla des Archimedes unterschieden werden, welche, wie ich in meinen Collectaneen mit Bezeichnung des Epigr. 3. des Claudian, als Quelle, finde, vielmehr ein, in einer Glaskugel enthaltenes, die planetarischen Bewegungen nach damaliger Annahme vorstellendes Weltsystem war.

** Sie stellten nämlich — um das Wie? dieser Art von Messung noch augenscheinlicher zu machen — den Aequator und die Ekliptik ihrer „Ringkugel“ so, wie es dem Augenblicke der Beobachtung gemäß war, und richteten dann einen um die Pole der Ekliptik drehbaren, mit Dioptern versehenen Kreis nach dem betreffenden Gestirne; alsdann gab der Punct, wo dieser bewegliche Kreis in die Ekliptik einschnitt, die Länge, und der Abstandsbogen auf demselben die Breite. — Die Lage des Aequinoctialpunctes gegen einen Fixstern mußte dann an den Nachtgleichentagen durch Beobachtung der dann im Aequator stehenden Sonne bestimmt seyn, wobei also die Kenntniß der Aequatorshöhe des Beobachters vorausgesetzt war.

Die „beweglichen“ Kreise oder Ringe hiernächst bilden mit einander eine Verbindung oder eine Art von Gespärr, welches sich um die (und mit der) Axe PR drehen läßt. Diese Linie stellt die Weltaxe vor, P und R geben deren beiden Pole ab. Man sieht in der Figur vier größte Kreise: den Aequator, die Ekliptik und die beiden Kolure; die Ekliptik ist in derjenigen Stellung verzeichnet, in welcher der Kolur der Sonnenwenden mit dem Mittagskreise coincidirt, der Kolur der Nachtgleichen demnach aber im Horizonte den (wahren) Morgen- und Abendpunct trifft. Dieselbe ist aber dabei nicht, wie die übrigen Kreise, durch einen bloßen Ring repräsentirt, sondern sie ist mit der, uns aus dem Art. Ekliptik, S. 297, bekannten Theilung in Zeichen und Grade auf die Mitte einer Zone von Messingblech gezeichnet, welche in der gehörigen Schiefe (der Ekliptik selbst) um die ganze Kugel herum geht, gegen 18 Grad breit ist, und den „Thierkreis“ (in dessen also bestimmter Ausdehnung die Gestirne unseres Systems meistens alle anzutreffen sind) vorstellt. Auf dieser Zone hat man demnach wenigstens denjenigen Theil der Himmels-Kugelfläche ganz vor Augen, wo sich die Sonne, der Mond, die Planeten, immer befinden, demgemäß man dieselben nach Länge und Breite mit einem Pünctchen darauf markiren und die Armillarsphäre in diesem Bezuge genau wie einen wirklichen Globus benützen kann.

Man bringt ferner an den „Ringkugeln“ kleine Bilder der Sonne und des Mondes an zwei Bügeln an, deren ersterer sich um den Pol der Ekliptik (Sonnenbahn), der andere aber um den, davon etwann 5° abstehenden Pol der Mondbahn drehen läßt, dergestalt, daß das Bild selbst der Sonne in ihrer, und das Bild des Mondes in seiner Bahn dabei an den jedesmaligen rechten Ort geschoben, und solchergestalt der Aspect bezeichnet wird.

Zu der Verbindung von Ringen gehören auch noch vier kleinere, mit dem Aequator parallele Kreise: die beiden Wende- und die beiden Polarkreise, von denen jene ersteren um $23^1/_2{}^\circ$ vom Aequator, die letzteren aber um eben so viel von den (Welt-) Polen P, R abstehen (also durch die Pole der Ekliptik laufen).

Endlich setzt man auf die „Ringkugel,“ gleichwie auf die Himmelskugel (S. 761), einen Stundenring (Stundencirkel, *Rosette*), welcher, in 24 Stunden abgetheilt, oben auf dem Meridian, wo das Ende der Axe RP hinausgeht, befestiget ist und seinen Mittelpunct im Pole (P) hat; an jenes Ende wird ein Stift (Zeiger) befestiget, welcher sich also mit (der Axe und) der ganzen beweglichen Kugel zugleich umdrehet, und während einer solchen Umdrehung alle 24 Stunden der Theilung durchläuft.

Man sieht aus dieser Beschreibung und den, bevorwortetermaßen, daran geknüpften Bemerkungen, daß die Ringkugel, mit Ausnahme des nicht im Zodiakus mitbegriffenen übrigen Sternhimmels, sonst Alles auf der eigentlichen (künstlichen) Himmelskugel Dargestellte enthält, und daß dieselbe demnach den Globus in soweit vertreten kann. Meine Beschreibung wird hinreichen, den Lesern, welche das Instrument, obwohl ich dasselbe, wie gesagt, gern in Ihrer Aller Hände sähe, nicht kennen, einen deutlichen Begriff davon beizubringen. Noch mehreres Detail, namentlich auch etymologisches, bringt indeß Lalande „Astronomie.“ §. 100. darüber bei, mit welcher Bemerkung ich den betreffenden Artikel beschließe.

Rotation, Axendrehung; Rotatio; *Rotation.* Eine allgemeine Erklärung von Axendrehung („Rotation“) ist zwar schon in diesem Artikel gegeben worden, in welchem auch die eigentlichen theoretischen Betrachtungen des Gegenstandes vorkommen; bei seiner außerordentlichen Wichtigkeit für uns habe ich denselben hier jedoch auch noch unter dem strengeren astronomischen Gesichtspuncte näher aufzuklären.

Unter demselben ist aber zuvörderst die Verschiedenheit der rotatorischen Bewegung der Gestirne von den progressiven, von der Revolution, hervorzuheben, worauf ich im letzteren Vortrage mit Verweisung hierher aufmerksam gemacht habe; der Planet (das Gestirn) Erde — um gleich ein die ganze Sache

verdeutlichendes Beispiel beizubringen — beschreibt ihren Jahresumlauf, ihre „Revolution," mit progressiver Bewegung in der Bahn um die Sonne, indem sie dabei zugleich nicht weniger tägliche Umdrehungen, „Rotationen," um ihre Axe ausführt.

Dieß ist der Begriff der „Rotation," welche sich uns an der, in entgegengesetzter Richtung erfolgenden, scheinbaren täglichen Himmelsbewegung veroffenbart. — Ich bitte die Leser, eine Kugel an einem Faden in drehende Bewegung zu versetzen und sie so um Ihren runden Tisch zu tragen,* so erlangen Sie zugleich die anschaulichste Vorstellung von dieser Verbindung der „Rotation" mit dem Umlaufe (der Revolution), worüber ich daher Nichts weiter hinzuzufügen brauche.

Eine solche Drehung („Rotation") um eine gegen die Ebene der Bahn verschiedentlich geneigte Axe und von nicht weniger verschiedener Zeitdauer, in beständiger Verbindung mit (progressivem) Fortgange in der Bahn um die Sonne (Revolution), legt nun die beobachtende Astronomie namentlich allen Planeten** bei; und meine Leser könnten mich also sogleich nach der Art der Beobachtung fragen, durch welche eine solche verschiedene Zeitdauer der Rotation der mehreren Planeten, und die behauptete, nicht weniger verschiedene Stellung der Rotationsaxen gegen die Ebenen der Bahnen um die Sonne habe ermittelt werden können?

Die Antwort auf die erstere Frage ist aber besonders schon im Art. Mars, S. 75, gegeben, wo ich die Methode beschreibe, die Rotationsperiode (die bei uns bekanntlich 24 Stunden betragende Taglänge) dieses Planeten aus successiven Rückkehren eines (oder mehrerer), auf seiner Oberfläche wahrgenommenen (festen) Flecke zu einer nämlichen Stellung gegen das Auge des Beobachters (also nach einer jeden vollen Axenumdrehung) abzuleiten. Hierbei wird weiter kein Anstoß gefunden werden; — wie ist es nun aber ferner mit der Bestimmung der Neigung dieser Rotationsaxe eines Planeten gegen die Ebene seiner Sonnenbahn, weßhalb im gedachten Artikel, S. 72, hierher verwiesen worden?

Dazu dienen wieder die Flecken-Beobachtungen. Nehmen wir zuerst an, die Stellung der Rotationsaxe eines Planeten sey eine solche, daß sich diese Axe danach perpendicular (also unter einem Winkel von 90°) auf der Ebene der Ekliptik (der Erdbahn) finde, so werden die Kreise, welche ein mit dieser Planetenkugel rotirender Fleck beschreibt, von dem in letzterer Ebene befindlichen Auge (des Zuschauers auf der Erde) natürlich nur der Kante nach und also als gerade Linien gesehen werden. Der zur Beobachtung ausgewählte Fleck stehe, wie ich Behufs der Erleichterung der Vorstellung ferner annehmen will, eben auf der Mitte, also im Aequator des Planeten, so fällt sein Rotationskreis (die Scheibe desselben) bei der vorausgesetzten perpendicularen Stellung der Axe in die Ebene der Ekliptik selbst; — wird aber daraus eine Neigung, geht die Winkelstellung der Axe zur Ebene der Ekliptik aus den obigen 90° in eine Neigung von z. B. 80° über, so erhebt sich jene Scheibe zugleich um das Complement, hier also um 10°, über die Ebene der Ekliptik, und ihr Umfang, d. h. der Rotationskreis des Flecks, erscheint dem Beobachter auf der Erde dann nicht mehr eben der Kante nach als gerade Linie, sondern nun schief, und also, wie jeder schief gesehene Kreis, als eine Ellipse, von welcher Ellipse aber bei der Rotation natürlich immer nur die Hälfte

* Dieses Gleichniß sagt vielleicht noch besser zu, als das im Art. Revolution gewählte verwandte.

** Hinsichtlich der Monde ist im Art. Revolution die gleiche Dauer ihrer Rotations- und Umlaufszeit angeführt worden; von den Kometen und Sternsatelliten wissen wir, wie eben daselbst bemerkt ist, in diesem Bezuge nichts Bestimmtes. Die Sonne aber (vergl. d. A.) rotirt allerdings um ihre Axe, ohne daß jedoch die damit verbundene revolutorische Bewegung, und besonders der (neue) Centralkörper, um welchen dieselbe erfolgt, genauer angegeben werden könnten.

zu Gesicht kommt. Die Länge, die große Axe dieser durch den Lauf des Fleckes über die Planetenkugel hin bezeichneten Ellipse bleibt, der postulirten Lage dieses Fleckes gemäß, dabei der aquatoreale Durchmesser des Planeten; die halbe kleine Axe (denn mehr wird dem Beobachter daher von dieser auch nicht zugleich sichtbar) ist aber, wie die mindeste Anstrengung der Einbildungskraft alsbald zeigt, und wie ich auch in der nachstehenden Anmerkung noch anschaulicher zu machen suche, der Sinus jener 10°, d. h. des Complements der Neigung der Rotationsaxe gegen die Ebene der Ekliptik* (der Erhebung des Rotationskreises des Flecks über jene Ebene); und dieser Sinus, diese halbe kleine Axe, wächst demnach offenbar mit der gedachten Erhebung, und ist solchergestalt von der Neigung der Rotationsaxe gegen die Ebene der Ekliptik abhängig, deren Ausmittlung uns hier beschäftiget.

Die durch den Lauf des Fleckes über die Planetenprojection markirte Ellipse ist nun aber eben der wirkliche Gegenstand der Beobachtung; sie wird unter den Augen des Beobachters beschrieben, und Er kann also ihre große und ihre halbe kleine Axe unmittelbar messen. Betrachtet Er aber hiernächst die Hälfte der ersteren als Radius (1), gleichwie die Hälfte der kleinen Axe dazu den Sinus des Complements der gesuchten Neigung der Rotationsaxe des Planeten gegen die Ebene der Ekliptik abgibt;* so hat Er sogleich die Proportion

Gemessene halbe gr. Axe : halben kl. Axe = 1 : sin jenes Complements,

woraus sich demnach sodann diese Neigung selbst und, da hinwiederum die Neigung der Bahnebene gegen die Ebene der Ekliptik bekannt ist, somit letztlich auch die Neigung der Rotationsaxe gegen die Bahnebene ergibt,** dergestalt daß also der Forderung, wie man sieht, vollkommen genügt ist.

Auf die vorn beschriebene und diese letztere Weise hat demnach zuvörderst die Dauer der „Rotation" der verschiedenen Planeten, und sodann die Neigung ihrer Rotationsaxe gegen die Bahnebene ermittelt werden können; das Complement dieser letzteren ist aber die Neigung der Ebene des Aequators des Planeten mit der Ebene seiner Bahn um die Sonne, also das, was man allgemein mit dem Namen der „Schiefe der Ekliptik" bezeichnet; — und es hat sich dabei das höchst merkwürdige Resultat ergeben, daß für die vier Planeten: Mercur, Ve-

* Man versinnliche sich die Planetenkugel in ihrer Verflachung zur Projection einer Kreisebene, als welche sie sich am Himmelsgewölbe zeigt, so wird sogleich einleuchten, daß die Gerade, welche auf ersterer (auf der Kugel) den Sinus des Erhebungswinkels des Rotationskreises abgibt, auf letzterer (in der Projection) zur halben kleinen Axe der entsprechenden Ellipse wird. — Die dem Beobachter jedesmal zugewendete Halbkugel des Planeten mit jenem Sinus des körperlichen Winkels zwischen den Ebenen des Aequators und des (als Ellipse erscheinenden) Umfanges des Rotationskreises eines gewählten Flecks findet sich in der Projection gleichsam platt gedrückt, wobei der Sinus zur halben kleinen Axe der Ellipse wird. Die Beobachtung zeigt die den Sinus ausdrückende Gerade als halbe kleine Axe der Ellipse; die Folgerung aber lehrt diese Gerade eben als den Sinus erkennen.

* Man denke sich die dem Beobachter zugewendete Halbkugel des Planeten, und einen Perpendikel vom Endpuncte des Halbmessers des Rotationskreises des Fleckes auf den Halbmesser des Aequators des Planeten, so ist dieser Perpendikel der obige Sinus zum letzteren Halbmesser als Radius.

** Im Art. Sonne kommt hiervon ein numerisches Beispiel zur Bestimmung der Neigung der Rotationsaxe dieses Gestirns gegen die Ebene der Ekliptik vor, welche sich, da der Winkel der letzteren mit der Ebene des Sonnen-Aequators, aus den Dimensionen der von den Sonnenflecken beschriebenen Ellipsen, = 7 1/2° gefunden wird = (90° − 7 1/2°) 82 1/2° ergibt.

nus, Erde, Mars (für die „erste Gruppe," wie ich mich im Art. Planeten ausdrücke), jene „Rotations"-Dauer sowohl, als diese Schiefe* sehr nahe gleich sind (daß der Tag auf dem Mercur, auf der Venus und dem Mars, gleich unserem Erdentage, 24 Stunden dauert, ferner aber auch, daß der astronomische Gegensatz von Sommer und Winter auf diesen drei Planeten ebenfalls von der nämlichen Beschaffenheit, wie auf dem Planeten Erde ist), — und daß eine nämliche Gleichheit der Rotationsdauer (nämlich eine hinwiederum durchgängige, aber nur zehnstündige) für (die „zweite Gruppe") Jupiter, Saturn und Uranus besteht.**

Dieß dürfte das Wichtigste, zur bevorworteten Ergänzung von „Arendrehung," unter dem eigentlicheren astronomischen Gesichtspuncte über „Rotation" noch Beizubringende seyn; und ich würde deßhalb diesen allgemeinen Vortrag darüber hiermit beenden und die Leser wegen einiger weiteren speciellen Beziehungen zu den verschiedenen Planeten selbst lediglich nochmals auf die betreffenden besondern Artikel verweisen, wenn nicht eine neuere Forschung des bei der Breslauer Sternwarte fungirenden jungen Astronomen Schubert noch andere Ansichten über diesen hochwichtigen Gegenstand aufstellte, deren Mittheilung ich meinen Lesern schuldig zu seyn glaube.

„Wenn man," sagt nämlich Schubert, „die Bewegung der Planeten unseres Sonnensystems betrachtet, so findet sich, daß sie ganz wie die Bewegung einer Kugel ist, welche auf einer horizontalen Tafel gestoßen wird oder auf einer schiefen Ebene herabrollt. Wird eine frei schwebende Kugel so gestoßen, daß die Richtung des Stoßes durch ihren Mittelpunct geht, so bewegt sie sich, wenn keine andere Kraft störend auf sie einwirkt, in der Richtung des Stoßes fort, ohne zu rotiren. Liegt aber die Kugel auf einer horizontalen Tafel, und wird sie wieder so gestoßen, daß die Richtung des Stoßes durch den Mittelpunct geht, aber nicht senkrecht auf die Tafel ist, so bewegt sich die Kugel auf der Tafel fort und rotirt dabei. Es muß hier nothwendig die Ursache der Rotation in dem Drucke der Kugel auf die Tafel gesucht werden. Nach dem Stoße bestreben sich alle Theile der Kugel nicht um den Mittelpunct, sondern um den Punct als um einen Unterstützungspunct sich zu drehen, in welchem die Kugel die Tafel berührt; dieß verhindert aber die Tafel, so daß, wenn sich die Kugel um den Berührungspunct drehen will, ein anderer Punct der Kugeloberfläche mit einem andern Puncte der Tafel in Berührung kommt; die Kugel bestrebt sich nun wieder, durch das Fortbestehen der Wirkung des momentanen Stoßes um diesen neuen Berührungspunct zu drehen, es findet aber wieder dasselbe wie beim vorhergehenden Berührungspuncte statt, und es muß so die Kugel auf der Tafel fortrollen." Durch das Bestreben der Kugel, sich um den Berührungspunct zu drehen, werden beide Erscheinungen: das Vorwärtsgehen und die Rotation, zugleich bewirkt. Wäre der Druck der Kugel auf die Tafel nicht da, so würde sich die Kugel nach dem Stoße so fortbewegen, daß ein jeder Durchmesser der Kugel sich selbst fortwährend parallel bliebe, und würde sie nicht gestoßen, so würde sie nur auf die Tafel drücken, nach dem Mittelpuncte der Erde hinstreben. Es wird also das Fortrollen durch das Zusammenwirken zweier Kräfte, einer momentanen und einer continuirlichen Kraft, bewirkt.

Bei einer solchen auf der Tafel rollenden Kugel liegt der Drehungspunct auf der Oberfläche der Kugel, und er ist der Mittelpunct der freien Rotation, denn der Weg, welchen der Mittelpunct der

* Für Venus (vergl. d. A.) ist Letzteres zwar noch nicht durch ganz unbestrittene Messung eruirt, aber so höchst wahrscheinlich, daß es schon auf Grund der Analogie als ausgemacht angenommen werden darf.

** Dagegen ist die Stellung der Rotationsaxe gegen die Bahnebene bei den Planeten dieser zweiten Gruppe nicht eben so, wie bei der ersten, auch gleich; die Rotationsaxe des Jupiter (vergl. die betreffenden Art.) steht fast senkrecht auf jener Ebene; beim Uranus fällt sie in dieselbe; beim Saturn beträgt die „Schiefe der Ekliptik" 30 Grad.

Kugel in einer bestimmten Zeit durchläuft, ist gleich dem Wege, welchen ein Berührungspunct durch die Rotation in entgegengesetzter Richtung zurücklegt.

Die Bewegung der Planeten in ihren Bahnen um die Sonne ist so wie sie entstehen muß, wenn auf einen Körper eine momentane Kraft in Verbindung mit einer continuirlichen, von einem Puncte ausgehenden und im umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen sich ändernden Kraft wirkt. Das Fortrollen der Kugel auf der Tafel wird durch das Zusammenwirken von zwei solchen Kräften bewirkt; die Bewegung der Planeten ist auch ein solches Fortrollen, und es ist wohl anzunehmen, daß auch ihre Rotation durch die beiden Kräfte mit der Revolution zugleich bewirkt wird.

Die Wirkung der Sonne auf einen Planeten läßt sich in zwei Theile zerlegen: davon ist der eine für alle einzelne Theile des Planeten gleich groß, der andere aber entsteht aus der Verschiedenheit der Wirkung auf verschiedene Theile; der erstere Theil bewirkt den Umlauf um die Sonne, die Revolution, und der andere die Umdrehung um die eigene Axe, die Rotation, und die Gesammtwirkung ist also das Fortrollen.

Bei den Kometen, als solchen Körpern, deren einzelne Theile unter sich nicht fest zusammenhangen, muß sich der zweite Theil der Sonnenwirkung uns unter Umständen als Formveränderung zeigen, nämlich als ein Fluthen der Nebelhülle in der Richtung von und zur Sonne, und dann als Krümmung derselben in der Richtung der Bewegung in der Bahn. Bei den Planeten, als festen Körpern, wird dieß zur vollkommenen Rotation, so daß sich bei ihnen der zweite Theil der Sonnenwirkung in einer Verzögerung der der Sonne zugewendeten und in einem Vorauseilen der der Sonne abgekehrten Theile zeigt, d. i. in einer Drehung des Planeten um Puncte, welche zwischen seinem Mittelpuncte und dem Mittelpuncte der Sonne liegen. So wie die auf der Tafel gestoßene Kugel sich um den Punct zu drehen bestrebt, in welchem sie die Tafel berührt, durch die Tafel aber daran verhindert und so auf ihr hinzurollen gezwungen wird, so wird auch dem Planeten durch den ersten Theil der Sonnenwirkung seine Bahn bestimmt, und die Drehungspuncte müssen auf einer Curve zwischen der Bahn und dem Mittelpuncte der Sonne liegen, auf welcher Curve der Planet, wenn man seinen Umfang bis an dieselbe vergrößert denkt, dann herumrollt.

Liegt dieser Drehungspunct im Mittelpuncte des Centralkörpers, so ist der Drehungswinkel am Mittelpuncte des Centralkörpers in einer bestimmten Zeit gleich dem Drehungswinkel am Mittelpuncte des Planeten in derselben Zeit; es ist dann die Rotation der Revolution gleich; der Mittelpunct der freien Rotation liegt in diesem Falle im Mittelpuncte des Centralkörpers, und es ist also hier der Drehungspunct der Mittelpunct der freien Rotation. Liegt der Drehungspunct im Mittelpuncte des Planeten, so fällt entweder die Revolution weg, oder die Rotationszeit ist unendlich kurz, und es ist dann der Drehungspunct wieder der Mittelpunct der freien Rotation. Es ist aber auch in jedem andern Falle der Drehungspunct mit dem Mittelpuncte der freien Rotation identisch.

Man findet die Entfernung des Mittelpunctes der freien Rotation vom Mittelpuncte des Planeten bekanntlich dadurch, daß man die Rotationszeit durch die Revolutionszeit dividirt, und mit diesem Quotienten die Entfernung des Planeten vom Centralkörper multiplicirt.

Um a (Figur 2. der Tafel XIII.) bewege sich eine Kugel b in 12 Stunden, und rotire dabei in 4 Stunden; der Mittelpunct der freien Rotation liegt demnach $^1/_3$ a b von b entfernt in d. Nehmen wir an, die Kugel habe sich, während sie in einer Stunde nach c kam, um d so gedreht, daß der Halbmesser b d dann die Lage c d hat, so hat er in Bezug auf seine frühere Lage b d oder e c den Winkel e c d, welcher dem Winkel c d b gleich ist, in der Rotation zurückgelegt. Da die Rotation in 4 Stunden vollendet wird, so beträgt der Rotationswinkel für eine Stunde 90°, der Winkel e c d ist aber nicht gleich 90°. Lassen wir die Kugel in einer halben Stunde nach f kommen und sich wieder um d gedreht haben, so ist der Rotationswinkel gleich dem Winkel f d b; von f geht die Kugel wieder in einer halben Stunde nach c,

und wir lassen dieselbe sich um g gedreht haben, so daß sie wieder den Winkel c g f = Winkel f d b in der Rotation zurückgelegt hat. In diesen beiden halben Stunden ist also der doppelte Winkel f d b zurückgelegt worden, so daß der Halbmesser b d in c die Lage c h hat. Dieß ist immer noch nicht die richtige Lage, denn Winkel e c h ist noch nicht gleich 90°. Nehmen wir den Winkel, um welchen sich die Kugel in einer Viertelstunde um den Drehungspunct gedreht hat, viermal, so erhalten wir einen noch größern Winkel für die Rotation. Der Rotationswinkel wird volle 90° werden, wenn wir ein so kleines Zeittheilchen nehmen, daß sein Drehungswinkel gleich dem halben Winkel des noch einmal so großen Zeittheilchens ist, wenn wir also annehmen, daß sich die Halbmesser, deren Richtung durch a ging, in unendlich kleinen Zeittheilchen um Puncte gedreht haben, die alle auf dem Bogen d g i liegen. Der doppelte Drehungswinkel einer halben Stunde ist größer, als der Drehungswinkel einer ganzen Stunde, und der doppelte Drehungswinkel einer Viertelstunde ist größer, als der einfache einer halben Stunde u. s. f., wobei die Differenzen aber immer kleiner werden, bis sie endlich ganz verschwindend klein werden. Wird die Rotationszeit länger angenommen, so rückt der Mittelpunct der freien Rotation (der Drehungspunct) dem Mittelpuncte a näher, und der stündliche Drehungswinkel nähert sich immer mehr dem doppelten halbstündlichen, bis sie genau einander gleich werden, wenn der Drehungspunct mit a zusammenfällt.

In Fig. 2. Taf. XIII. revolvire die Kugel wieder in 12 Stunden um a und rotire in 4 Stunden um die eigene Axe. Nehmen wir die Entfernung a b in 8 gleiche Theile getheilt, so liegt der Mittelpunct der freien Rotation $^8/_3$ von b und $^{16}/_3$ von a entfernt. Mit dem Halbmesser a d beschreibe man um a einen Kreis, und mit dem vergrößerten Halbmesser b d der Kugel um b einen Kreis, so daß sich diese beiden Kreise in d berühren. Es ist also der Halbmesser der Kugel so vergrößert worden, daß ihr Umfang durch den Mittelpunct der freien Rotation geht. Während nun die Kugel in einer Stunde von b nach c ging, hat sie sich immer um den Mittelpunct der freien Rotation zu drehen bestrebt. Der Mittelpunct der freien Rotation liegt immer in der Peripherie des Kreises mit dem Halbmesser a d. Wenn sich also die Kugel um einen Punct ihres vergrößerten Umfanges, oder um einen Punct der Peripherie des Kreises mit dem Halbmesser a d in einem noch so kleinen Zeittheilchen drehte, so kam ein anderer Punct derselben mit einem andern Puncte der Peripherie um a in Berührung; dieser Punct wurde wieder Drehungspunct, u. s. f. Wenn daher der Mittelpunct der Kugel in einer Stunde von b nach c kam, so geschah dieß dadurch, daß sich die Kugel mit vergrößertem Umfange auf der Peripherie des Kreises mit dem Halbmesser a d fortbewegte, auf ihr hinrollte; und es findet also hier dasselbe statt, wie bei der auf der Tafel rollenden Kugel.

Da wir a b = 8 angenommen haben, so ist a d = $\frac{16}{3}$ und b d = $\frac{8}{3}$; die Peripherie des Kreises mit a d ist also = $\frac{2 \cdot 16 \cdot \pi}{3}$, nahe = $\frac{67}{2}$, und die des Kreises mit b d = $\frac{2 \cdot 8 \cdot \pi}{3}$, nahe = $\frac{50}{3}$. Der Weg d f ist der zwölfte Theil der Peripherie des Kreises um a mit dem Halbmesser a d, also nahe = $\frac{11}{4}$. Da nun immer ein Punct der Peripherie des Kreises um b auf einen Punct der Peripherie des Kreises um a fiel, so muß der Weg auf der Peripherie um b gleich dem Wege auf der Peripherie um a seyn. Dieser Weg ist nahe = $\frac{11}{4}$, der ganze Umfang um b nahe = $\frac{50}{3}$; $\frac{11}{4}$ ist in $\frac{50}{3}$ ganz nahe 6mal enthalten, und die Kugel hat also durch das Fortrollen auf der Peripherie um a den sechsten Theil ihrer Peripherie zurückgelegt. Dieser sechste Theil ist in Bogen = 60°, wozu nun noch der Winkel addirt werden muß, welcher in der Rotation zurückgelegt worden wäre, wenn die Kugel auch nicht fortrollend, sondern sich nur wie an einer

Stange befestigt um a bewegt hätte. Dieser Winkel ist immer gleich dem Revolutionswinkel an a, und da dieser hier 30° beträgt, so ist 60° + 30° = 90°, wie es nach der Annahme seyn muß.

Wenn sich darnach die revolvirende Kugel (Fig. 3. der Tafel XIII) nach einer Stunde in c befindet, so hat der Halbmesser bp die Lage tl, welche von der Lage bp in Bezug auf einen unendlich weit entfernten Punct um 90° verschieden ist, nach 2 Stunden die Lage dm, nach 3 Stunden die Lage en, und nach 4 Stunden die Lage io, welche der Lage bp gleich ist, d. h. der unendlich weit entfernte Punct culminirt wieder für p, und bp hat sich einmal in Bezug auf diesen Punct herumgedreht. Für diesen unendlich weit entfernten Punct rotirt die Kugel dreimal in der Revolution, für den Centralpunct ist dieß aber nicht der Fall. Rollt die Kugel nicht, sondern bewegt sie sich wie an einer Stange befestigt um a, so wird die Lage eines Halbmessers in Bezug auf a nicht verändert. Rollt nun aber die Kugel, und beziehen wir ihre Rotation auf a, so darf der Revolutionswinkel an a nicht zu dem Winkel addirt werden, welchen ein Halbmesser durch das Fortrollen zurücklegt, denn die Lage eines Halbmessers in Bezug auf a wird blos durch das Fortrollen verändert, und diese Veränderung beträgt hier 60° in einer Stunde. Wenn demnach ein Halbmesser in Bezug auf a einmal herumgehen soll, so sind dazu $\left(\frac{360}{60} =\right)$ 6 Stunden erforderlich, und es rotirt also die Kugel für a zweimal in der Revolution. In i ist der Halbmesser bp für den unendlich weit entfernten Punct einmal herum, denn er hat 4 . (60° + 30°) = 360° zurückgelegt; für a aber hat er erst 4 . 60° = 240° beschrieben, so daß zu 360° noch Winkel kio = kab fehlt, welcher 120° beträgt. Um diese 120° noch durch Fortrollen zurückzulegen, sind $\left(\frac{120}{60} =\right)$ 2 Stunden erforderlich.

Bei der Rotation eines Planeten, unserer Erde z. B. in Bezug auf einen Fixstern, kommt also der Revolutionswinkel am Mittelpuncte der Sonne mit in Betracht, er ist ein Theil dieser Rotation, und für eine bestimmte Zeit variabel wegen der ungleichförmigen Bewegung der Erde in ihrer Bahn. Da nun aber die Länge des Sterntages constant ist, so muß auch der andere Theil der Rotation, welcher dadurch entsteht, daß die Erde rollt, variabel seyn. Es wird deshalb im Perihelium, wo der Revolutionswinkel für eine bestimmte Zeit größer als im Aphelium ist, der Drehungspunct entfernter vom Mittelpuncte der Erde liegen müssen, als im Aphelium.

Für unsern Mond liegt der Drehungspunct im Mittelpuncte der Erde, so daß bei ihm die Rotation der Revolution gleich ist. Auch bei den übrigen Monden in unserem Sonnensystem wird die Gleichheit der Rotation und Revolution wahrgenommen, und es liegt also auch für sie der Drehungspunct im Mittelpuncte des Hauptplaneten. Dadurch wird bekundet, daß die Monde die abhängigsten Körper sind. Die Planeten sind schon selbstständiger, freier, denn für sie liegt der Drehungspunct zwischen ihrem Mittelpuncte und dem Mittelpuncte der Sonne, und die größere Selbstständigkeit unter ihnen selbst zeigt sich in der größeren Entfernung von der Sonne durch schnelleres Rotiren, und dadurch, daß die entfernteren Planeten mehr Monde haben. Ganz selbstständig würde nur ein solcher Körper seyn, der bloß rotirte und dabei nicht revolvirte; für diesen würde der Drehungspunct sein Mittelpunct (sein Ich) seyn." — Soweit Schubert; und die Leser mögen sich nun zwischen den entwickelten verschiedenen Ansichten selbst entscheiden.

Rückläufig; Retrogradus; *Rétrograde.* Man nennt in unserer Wissenschaft der Sternkunde die Bewegung eines (Haupt-*) Planeten oder Ko-

* Der Nebenplanet Erdmond kann (vgl. oben) seinem Hauptplaneten, seinem Centralkörper, eben so wenig je „rückläufig" seyn, wie z. B. ein Jupitersmond dem Jupiter, um welchen letzteren sich dieser Mond in der Art unseres Mondes um die Erde bewegt. Wohl aber können diese Nebenplaneten des

meten in seiner Bahn „rückläufig," wenn sie der Ordnung der himmlischen Zeichen (s. Folge der Zeichen) entgegen (in antecedentia s. praecedentia) gerichtet scheint, also, statt von Abend gegen Morgen (von der Rechten zur Linken), vielmehr von Morgen gegen Abend, oder dem Zuschauer in unsern Ländern (in der nördlichen Halbkugel) von der Linken zur Rechten* geht. Eine solche Bewegung heißt auch ein Rücklauf (Retrogradatio; *Rétrogradation*), und sie ist der rechtläufigen (s. d. Art.) Bewegung entgegengesetzt.

Die Sonne (wenn wir den Lauf der Erde auf sie übertragen) und der Mond (vergl. d. Anmerk.) bewegen sich immer nach der Ordnung der Zeichen, also ohne allen Rücklauf. Die oberen Planeten aber zeigen um die Zeit ihrer Opposition und die unteren um die Zeit ihrer untern Conjunction mit der Sonne eine (scheinbare) rückläufige Bewegung.** Am anschaulichsten macht man sich den Grund dieser Erscheinung, wofern es, neben dem bloßen Nachdenken darüber, überhaupt noch erst einer sinnlichen Unterstützung bedarf, durch eine solche Zeichnung, wie ich dazu im Art. über den oberen Planeten Jupiter, S. 825, vorgeschlagen habe.

Die alten Weltsysteme (vergl. auch diesen A.) nahmen die Erde für ruhend, und die „Rückläufe" daher für wirkliche Bewegungen an, bis Copernikus die edle Simplicität seiner Erklärung an die Stelle der Verwirrung setzte, welche aus jener früheren Annahme entsprang. Er hat zuerst gezeigt, daß der Lauf aller Planeten um die Sonne, als den wahren Centralpunct der Bewegungen im Systeme, immerdar rechtläufig ist, und daß die Erscheinung der planetarischen „Rückläufigkeit" für den Beobachter auf der Erde nur als eine, aus dem gleichzeitigen Mitumlaufe der letzteren um jenen Centralkörper entspringende optische Täuschung betrachtet werden muß. — Von den Kometen (S. 965) dagegen ist ein großer Theil* wirklich „rückläufig" (umläuft die Sonne wirklich in dieser Richtung); die Bewegungs-Erscheinung sowohl dieser wirklich rückläufigen, als der rechtläufigen Kometen für die Erde aber hängt wiederum lediglich von dem Standpuncte ab, welchen letztere vermöge ihrer Mitbewegung dabei eben einnimmt, und in dessen Gemäßheit ihr (gleichwie rechtläufige rückläufig) natürlich umgekehrt sogar solche wirklich rückläufige Kometen zuweilen gleichwohl rechtläufig erscheinen können.

Auch von den Planeten selbst (nicht bloß von ihrer Bewegung) gebraucht man den Ausdruck „rückläufig," und sagt in diesem Sinne z. B., Jupiter (S. 825) sey über 3 Monate „rückläufig."

Jupiter, der Erde „rückläufig" erscheinen, wenn ihr dieß Jupiter selbst ist, oder auch, wenn sie zwischen ihr und jenem ihrem Hauptkörper hindurch gehen.

* „In der nördlichen Halbkugel?" — Wenn sich ein Bewohner der nördlichen und ein Bewohner der südlichen Halbkugel, beide nach dem Aequator, auf welchen wir die „Folge der Zeichen" beziehen wollen, sehend, einander also gegenseitig das Gesicht zukehren, so ist natürlich dem einen dasjenige links, was dem andern rechts ist, und umgekehrt.

** Die unteren Planeten werden in derjenigen Bahnstelle „rückläufig," wo sie zwischen Sonne und Erde durchgehen; die oberen, wo die Erde zwischen ihnen und der Sonne durchgeht.

* Wahrscheinlich die Hälfte, da für die Recht- und Rückläufigkeit dieser Weltkörper gleiche Gründe vorhanden sind.

S.

Säculare Aenderungen, ſ. Perturbationen, allwo der Begriff ſelbſt erklärt, und die Sache, jedoch mit Verweiſung auf den gegenwärtigen beſondern Artikel, angemeſſen behandelt wird. Hier will ich aber den Gegenſatz zwiſchen ſolchen „ſäculären“ und den bloß periodiſchen Aenderungen (Störungen, Perturbationen) in unſerem Sonnenſyſteme, worauf es dabei weſentlich nur ankommt, nochmals im allgemeinſten* Sinne und mit den beſtimmteſten Worten zu charakteriſiren ſuchen.

Wenn in unſerem Syſteme ein einziger Planet um die Sonne liefe, ſo würde derſelbe bei der dann Statt findenden „Reinheit“ des Gravitations-Einfluſſes eine ſtrenge Ellipſe um den gemeinſchaftlichen Schwerpunct beider Weltkörper beſchreiben.** Wir wollen dieß Verhältniß das normale nennen. Träte aber (vgl. Problem der „drei“ Körper) nur noch ein einziger, zugleich mit umlaufender Planet (alſo ein „dritter“ Körper) hinzu, ſo würde dieß „normale Verhältniß“ nicht mehr beſtehen können; es müßten, wegen der durchgängigen Gegenſeitigkeit der Gravitation, beſondere Verwicklungen und damit „Aenderungen“ im Verhältniſſe, Störungen (Perturbationen) eintreten.

In der Wirklichkeit iſt nun hierbei nicht bloß von drei, ſondern vielmehr von der ganzen Summe ſämmtlicher Weltkörper unſeres Syſtems die Rede; und es entſteht aus dieſer noch größeren Verwicklung diejenige doppelte Kategorie von „Aenderungen,“ welche wir l. c. eben als „periodiſche“ und „ſäculare“ Perturbationen ſo ſorgfältig unterſchieden haben. Der ſpecielle Charakter der letzteren, von welchen ich hier allein ſpreche, wird gewöhnlich nur durch ihren beſondern Einfluß, namentlich auf die Elemente ſelbſt der Planetenbahnen, und die vergleichsweiſe überaus weite Zeitgrenze ihrer Dauer bezeichnet. Allein bei näherem Nachdenken ergibt ſich das Unzureichende dieſer bloßen beiden Kriterien; und man ſollte vielmehr drittens und ganz vorzüglich noch das dieſerhalb auch ſchon im betreffenden Art. Perturbationen wenigſtens angedeutete, ſtete Fortgehen in derſelben Richtung, ſogar außer Verbindung mit jenen beiden, oder mit der einen oder der andern von beiden Bedingungen, ausdrücklich hinzufügen.

* Ich gebrauche deßhalb hier, nach Littrow's Vorgange, auch ſtatt des Ausdruckes „Störungen“ (Perturbationen) lieber den allgemeineren: „Aenderungen.“ Das „Vorrücken der Nachtgleichen“ z. B. (ſ. d. A.), welches ich im Texte mit anführen werde, ſcheint (vergl. die folgende Anmerk.), obwohl es nicht weniger eine wirkliche Störung iſt, als eine bloß aus der nicht genauen Kugelgeſtalt des Erdkörpers hervorgehende „Aenderung“ im Syſteme unmittelbar noch nicht in den oben vorkommenden engeren Erklärungen über Perturbationen einbegriffen zu ſeyn.

** Dieſe gewöhnliche Ausdrucksweiſe ſieht alſo von der Geſtalt des umlaufenden Planeten, auf welche ich mich in der vorangehenden Anmerkung mit berufe, ab. Allein es folgt aus der Theorie des Vorrückens der Nachtgleichen, daß ein ſolches Vorrücken und damit alſo eine „Aenderung“ in der obigen „reinen elliptiſchen Bewegung“ doch Statt haben würde, wenn auch die Erde wirklich allein um die Sonne liefe, aber neben vollkommener Homogeneität der Materie nur nicht zugleich von genauer Kugelgeſtalt wäre. — Bei den übrigen Planeten hat für den Bezug auf die Störungen eine ſolche Berückſichtigung der Geſtalt zwar, der geringeren Bemerkbarkeit des Einfluſſes wegen, nicht in demſelben Maße Statt; wenn ich aber oben jenes „Vorrücken“ mit in Betracht ziehen will, ſo muß ich die Ausnahme mit ihrem Grunde auch geltend machen, und mich alſo des allgemeineren Ausdruckes bedienen.

Das beständige Verrücken* der Nachtgleichen in der steten nämlichen Richtung, als angeführte Folge der bloßen Gestalt** des Erdkörpers, namentlich, welches ich deßhalb auch gleich Eingangs hervorgehoben habe, bedingt zwar keinerlei Afficirung der „Elemente" des betreffenden Planeten Erde, muß aber dennoch eben wegen des „steten Fortgehens" in derselben Richtung" (womit sich in diesem Falle die lange Dauer des Verlaufes combinirt), vorzugsweise als eine „säculare Aenderung" im Systeme charakterisirt und (bloß abgesehen von der Richtung) recht eigentlich dem gleich beständigen, und eben deßhalb als Säcular-Perturbation ganz besonders ausgezeichneten Fortrücken der Apsidenlinie der Planetenbahnen zur Seite gestellt werden.

Als einen zweiten hierher gehörigen Fall führe ich sodann den steten Rückgang der Knoten der Bahn des Erdmondes an. Die Periode dieser, obwohl, wie man sieht, ein „Element" angehenden Störung ist dabei doch überaus kurz; diese Knoten (S. 921) mit ihrer retrograden Bewegung durchlaufen den ganzen Kreis der Ekliptik schon in noch nicht vollen 19 Jahren, nach welcher Zeit sie allerdings zu dem als Ausgang angenommenen Puncte zurückgekehrt sind. Allein die Bewegung fistirt sich im selbigen Puncte auch nicht, sondern geht ununterbrochen in der nämlichen Richtung gleich wieder fort, und eben diese stete Einerleiheit der Richtung einer dergleichen ununterbrochenen Bewegung verleihet auch dieser „Perturbation" im hier aufgestellten Sinne und trotz der kurzen Dauer der Periode den Charakter einer „säcularen Aenderung" im Systeme.*

* Ich sage hier aus Gründen, welche sich im betreffenden Artikel ergeben, „Ver-", nicht „Vorrücken," welcher letztere Ausdruck nur durch den einmal eingeführten Gebrauch entschuldiget werden kann, da, wie meine Leser im Allgemeinen schon wissen, dabei nicht sowohl von einem „Vor-", als vielmehr von einem steten „Zurückgehen" die Rede ist.

** Ich muß mich in diesem Bezuge hier noch ausführlicher erklären.

Sehen wir nämlich auf den Ursprung der Störungen, so finden wir noch eine Art, die zwar geringfügig scheint, bei näherer Untersuchung jedoch einen bedeutenden Einfluß offenbart. Sie hängt eben von dieser Gestalt der Weltkörper ab, und würde, wenn die letzteren streng kugelförmig und zugleich homogen wären, nicht vorhanden seyn. Die Anziehung einer homogenen Kugel (oder auch einer genau symmetrisch nach Innen zu verdichteten) kann nämlich so dargestellt werden, als sey die gesammte Masse im Mittelpuncte wirksam, obwohl die Gravitation in der That jedem Puncte der Materie inhärirend gedacht werden muß; und diese Beziehung auf den Mittelpunct findet sowohl für den störenden, als den gestörten Körper Anwendung. Anders jedoch verhält es sich mit abgeplatteten Sphäroiden, wie Erde (und Jupiter). Ein solches Sphäroid kann stets als aus zwei Theilen bestehend angesehen werden: der möglichst großen homogenen Kugel, die sich aus ihm herausnehmen läßt, und der ungleich dicken, an beiden Polen offnen Schale, welche übrig bleibt. Die Kugel mag man in Bezug auf diese Störungen als neutral betrachten, nur daß sie sich als Last der Schale mit anhängt; letztere aber wird afficirt werden können, wenn nicht in einem besondern Einzelfalle die verschiedenen Störungen sich gegenseitig zu Null aufheben. So wirken die Sonne, der Mond und die Planeten eben auf das Erdsphäroid und bewirken die Vorrückung der Nachtgleichen, die übrigens gegen 200mal stärker seyn würde, wenn jene Schale allein vorhanden wäre. — Bei der allgemeinen Gegenseitigkeit der Anziehungen wirkt zwar auch das Erdsphäroid seinerseits auf andere Bewegungen, z. B. die des Mondes; indeß begnüge ich mich im letzteren Bezuge mit der bloßen Andeutung.

* Die Leser könnten mich auf diese Veranlassung noch fragen, warum ich von einer solchen Knotenbewegung nur beim Monde der Erde, nicht aber beim Jupiter u. s. w. spreche? Allein ich habe im Art. Knoten (an der schon citirten Stelle, S. 921) die Gründe nachgewiesen, aus welchen die hier in Rede stehende

Diese Bemerkungen zeigen also, und dieß habe ich mit denselben auch eigentlich nur beabsichtiget, wie der Begriff der „säcularen" Perturbationen noch bestimmter gefaßt werden möchte, als es in diesem Artikel, der gewöhnlichen Erklärungsweise gemäß, geschehen ist, und ich schmeichle mir daher schließlich, daß sie, als eine Emendation desselben, hier nicht unwillkommen seyn werden.

Saros (der Lateinische und Französische Ausdruck für dieß ursprünglich ein Chaldäisches Zeitmaß bedeutende Wort ist kein anderer). Eine Periode von 6585⅓ Tagen (18 Julianische Jahre 10 Tage), binnen welchen 223 synodische, 239 anomalistische und 241 Drachen- (Knoten-) „Monate" (vgl. d. letzteren Art.) ablaufen,* und deren Entdeckung, wie ich in Finsternisse, S. 535, darthue, den Chaldäischen Astronomen beigemessen werden muß. Der augenfälligste Nutzen dieser Entdeckung für die damalige Astronomie, welche unsere Berechnungs-Methoden noch nicht kannte, bestand in der Möglichkeit, danach die Finsternisse, deren Wiedereintritt in der obigen Zeit von 18 Jahren 10 Tagen erfolgt, selbst nach ihren näheren Umständen vorherzusagen,** wovon ich die Gründe im gedachten Artikel, S. 513, auseinandersetze.* Dieser „Saros," diese Periode heißt übrigens auch die Plinianische oder Halley'sche, weil Plinius d. Aelt. (Hist. nat. II. 10.) ihrer Erwähnung thut,** und weil Halley (der Englische Astronom, Zeitgenoß Newtons) aus ihr die Sonnenfinsterniß vom 2. Juli 1684 vorhersagte, indem am 22. Juni 1666 (also um die 18 Jahre 10 Tage vorher) auch eine solche Finsterniß Statt gehabt hatte. Der Chaldäische „Saros" darf übrigens, wie ich noch besonders bevorworte, nicht mit dem Meton'schen Mond-Cykel (s. d. Art.) von 6939¾ Tagen = 19 Julianischen Jahren verwechselt werden, welcher sich nicht, wie jener, auf die Rückkehr der Finsternisse, sondern der Neumonde bezieht. Nähere Anleitung zur Verfolgung des Gegenstandes schließlich in (des verewigten Berliner Hofastronomen) Ideler's: „Lehrbuch der Chronologie." Berlin. 1831. gr. 8. S. 92 flgd.

Satelliten (Trabanten), s. Nebenplaneten (Monde), indem man dieselben mit diesem Namen belegt. Auch braucht man (vgl. Fixsterne, S. 562)

Schnelligkeit der Bewegung der Knoten wirklich nur für den Erdmond, keineswegs aber auch für die Monde des Jupiter u. s. w. Statt findet.

* 223. (29 T. 12ʰ 44′ 2″) = 239. (27 T. 13ʰ 18′ 35″) = 241. (27 T. 5ʰ 6′ 56″) = 6585⅓ T. = 18 J. 10 T. (vergl. Monat, S. 141). „Gewiß," bemerkt Mädler in seinem viel erwähnten großen Mondwerke, S. 171, woher ich diese Auseinandersetzung zum Theil entlehne, auf diese Veranlassung, „haben die Chaldäer unzählige Beobachtungen mit vielem Geschick unter einander vergleichen müssen, um zu einem so genauen Resultate zu gelangen, und ihre astronomische Kenntniß ist die merkwürdigste, welche wir aus der ganzen voralexandrinischen Zeit besitzen.

** Hierzu hätte die Kenntniß des synodischen Monates und der Knotenbewegung hingereicht; der anomalistische Monat (die Bewegung der Mond-Apsiden) setzte die Chaldäischen Astronomen aber überdieß in den Stand, die Anomalie dieses Gestirns zu berechnen.

* Dieß will, wie ich, um einer Irrung vorzubeugen, hier noch besonders bemerke, sagen: Wenn heut z. B. eine Sonnenfinsterniß eintritt, so wird, abgesehen von der inzwischen Statt habenden, gerade nach 18 Jahren 10 Tagen wieder eine solche vorkommen. Hatte man daher (s. das vergleichende Tableau in Finsternisse, S. 527) nur Einmal alle Finsternisse während einer solchen ganzen Periode von 18 Jahren 10 Tagen beobachtet, so konnte man die Data der Finsternisse in der folgenden Periode (im folgenden „Saros") danach vorhersagen (das citirte Tableau zeigt es sehr deutlich).

** „Defectus Solis et Lunae ducentis viginti tribus mensibus (die obigen 223 synodischen Monate, Mondwechsel) redire in suos orbes certum est."

für die Begleitsterne in den Doppelstern-Systemen denselben Ausdruck.

Saturn; Saturnus; *Saturne*; mit seinem Ringe (oder vielmehr seinen Ringen) und seinen sieben Monden. Dieser Planet, in der bezeichneten Begleitung, ist der Centralkörper des reichsten Partialsystems in unserem ganzen Sonnengebiete, und er besitzt überdieß eben an den „Ringen" eine Auszeichnung vor allen übrigen Planeten, aus welchen Gründen ich in seiner Beschreibung besonders ausführlich seyn muß. — Saturn gehört (vergl. Planeten) zur zweiten Gruppe; er befindet sich zwischen Jupiter und Uranus, und war also vor der Entdeckung des (s. wieder Planeten) transuranischen Neptun das vorletzte Glied der Planetenreihe. Sein astronomisches Zeichen ist ♄.

Die Elemente des Saturn, wie ich sie aus Hansen's „Uebersicht des Sonnensystems" in Schumacher's „Astron. Jahrb. f. 1837," S. 111 sqq., entnehme, sind die folgenden:

Mittlere Entfernung von der Sonne* (halbe große Axe)	9,5389 Halbmesser der Erdbahn,
oder (diesen Halbmesser, mit Hansen, = 20,666800 Meilen setzend)	197000000 geographische Meilen.
Seine siderische Umlaufszeit ist	10759,22 Tage,
d. h.	29 (Julianische) Jahre 167 Tage;
die tropische	10746,93 Tage,
oder	29 Jahre 154 T. 16 St. 30';
die synodische	1 Jahr 12 T. 20 St.**
Für 1800. Jan. 1. 0^h m. Par. Z. war s. mittlere Länge in der Bahn (Epoche)	123° 6' 29".
Seine tägliche mittlere Bewegung ist	2' 0",6.
Für dieselbe Zeit betrug die Länge seines Perihels***	89° 8' 20";
seine Apsidenlinie bewegt sich jährlich siderisch nach Osten	" " 19",31,
woraus eine jährliche tropische Bewegung von . . folgt.	" " 69",53****
Excentricität (Alles für den vorn angegebenen Zeitpunct, nämlich für den Anfang des laufenden Jahrhunderts)	0,056 (der halben großen Axe der Saturnsbahn als Einheit),
und mit einer Verminderung, welche in Folge der Perturbationen (vergl. d. A.) in 100 Jahren	0,0003
beträgt.	

* Von der Erde beträgt dagegen die mittlere Entfernung Saturns in der Opposition 172, und in der (obern) Conjunction (172 + 40) = 212 Millionen Meilen.

** D. h. bei der langsamen Bewegung Saturns trifft die so viel schnellere Erde, wenn sie heute z. B. in Opposition mit ihm gewesen ist, schon nach 1 (Julianischen) Jahre 12 Tagen 20 Stunden wieder in Opposition mit ihm zusammen.

*** In der Bahn. Ich erinnere wiederholentlich daran, daß man in der Planetenbahn, rückwärts vom aufsteigenden Knoten, als einem der beiden ihr mit der Ekliptik gemeinschaftlichen (Durchschnitts-) Puncte, einen der Länge dieses Knotens auf letzterer gleichen Bogen nimmt, und von dessen andern (westlichen) Endpuncte an die Längen in der Bahn, wie hier die des Perihels, zählt.

**** Die jährliche östliche Bewegung dieser Linie war eben . . . . 19",31
gefunden; die Nachtgleiche
geht jährlich westlich zurück 50",22
welches die obigen . . . . 69",53
ausmacht.

Größte Mittelpunctsgleichung . . . . . 6° 26′ 12″,
worauf jene Verminderung der Excentricität eine jährliche Verminderung von . . . . . 1″,28
ausübt.
Neigung der Bahnebene gegen die Ebene der Ekliptik 2° 29′ 36″,
mit einer jährlichen Verminderung von . . . . . 0″,15.
Länge des aufsteigenden Knotens auf (vergl. die vorangehende Anmerkung) der Ekliptik (und also auch in der Bahn) . . . . . 111° 56′ 7″;
die jährliche siderische Bewegung der Knotenlinie von Osten nach Westen ist . . . . . 19″,54,
und die tropische in entgegengesetzter Richtung also . . . . . 30″,68.*

Unter den in der Bewegung des Saturn vom Jupiter erzeugten periodischen (wenn ich so sagen darf; denn die weite Zeitgrenze gibt eher Ansprüche auf den Charakter der säcularen) Störungen findet sich eine solche, deren ich schon in jenem Artikel Jupiter, S. 825, ausführlicher aber in Himmelsmechanik, S. 779 flgd., Erwähnung gethan habe, und welche wegen der dabei besonders wirksamen, bedeutend großen Jupitersmasse von solchem Einflusse werden kann, daß dadurch eine, im Maximum auf über 47′ steigende Längenveränderung** unseres Planeten entsteht; diese Störung, die ich aus Rücksicht auf ihre mehrfache, l. c. nachgewiesene Merkwürdigkeit namentlich hervorhebe, heißt die „große Ungleichheit."

Die Masse des Saturn beträgt $^1/_{3534}$ der Sonnenmasse,*** so daß demnach, wenn der Sonnenkörper in einer Wageschale läge, in die andere 3534 Saturnskörper gelegt werden müßten, um jenen aufzuwägen.

Der Aequatoreal-Durchmesser des Saturn in der mittleren Entfernung dieses Planeten von der Erde wird beobachtet . . . . . 17″,1,
der polare eben dann . . . 15″,4,
daß also der Unterschied . . 1″,7,
und die Abplattung (vgl. d. Art.), $^{17}/_{171}$ nahe . . . . $^1/_{10}$
beträgt (der polare Durchmesser enthält von den 171 Theilen des äquatoreale nur 154, also 17, d. h. $^1/_{10}$ weniger; er ist um $^1/_{10}$ des letzteren kürzer). In den Oppositionen (wo Saturn der Erde also um den ganzen Durchmesser ihrer Sonnenbahn, d. h. um 40 Millionen Meilen näher, als in der Conjunction ist) wächst jener äquatoreale Durchmesser bis auf 20″ und vermindert sich in den (oberen) Conjunctionen bis 16″.

Mit Beziehung hierauf wird der wahre mittlere Durchmesser des

* Der jährliche Rückgang der Nachtgleiche nach Westen war eben . 50″,22
gefunden; die Knotenlinie geht in derselben Richtung nur zurück . . . . . 19″,54
und findet sich also jährlich östlich entfernter von der Nachtgleiche um die obigen . . . 30″,68
Ich erinnere auf diese Veranlassung aus Himmelsmechanik (S. 777) daran, daß alle diese Veränderungen an gewisse Perioden gebunden sind, nach deren Ablaufe sie den entgegengesetzten Charakter annehmen.

** Dieß heißt: zu manchen, l. c. näher bezeichneten Zeiten findet sich zwischen dem, mit Rücksicht auf alle übrigen Störungen berechneten und dem beobachteten Himmelsorte Saturns noch eine Längendifferenz von 47′, welche von dieser „großen Ungleichheit" herrührt.

*** Letztere nämlich zur Einheit nehmend, wogegen wir im Art. Masse, S. 83, diese Saturnsmasse nur praeter propter = $^1/_{3000}$ gesetzt und danach, in Bezug auf eine Sonnenmasse von 1000000, = $333^1/_3$ gefunden haben.

Ich mache zugleich darauf aufmerksam, daß im gedachten Art. nicht, wie durch einen übersehenen Druckfehler steht, Band II., sondern vielmehr Band III. der „Astronomie" von Biot gemeint ist.

Saturn gefunden: * 9,022 Erddurchmesser** = 15507 geographischen Meilen, woraus folgt, daß dieser Planet unsere Erde an Oberfläche 95 Mal übertrifft (Raum für eine — caeteris paribus — 95 Mal größere Bevölkernng darbietet).

Sein körperlicher Inhalt (sein Volumen) beträgt danach ferner 734 (das Volumen der Erde = 1); man könnte aus der Saturnskugel 734 der Erde an Größe gleiche Kugeln schneiden. Wäre Saturn bei diesem 734 Mal größeren Volumen von der nämlichen Dichte, als der Erdkörper, so müßte er (vergl. Gravitation, S. 713) auch 734 Mal schwerer wiegen, eine 734 Mal größere Schwer- (Gravitations-) Wirkung hervorbringen; allein diese letztere ergibt sich aus der Beobachtung vielmehr nur als das 92fache*** der Gravitationskraft (der Masse, des Gewichtes) der Erdkugel, woraus die Dichte des Saturn nur $^{92}/_{734} = {}^{1}/_{8}$ der Dichte der Erde folgt. **** Dieser Planet ist dem zu Folge von einer außerordentlich lockeren, ätherischen Beschaffenheit; die ihn bildenden Materien müssen die Eigenschaft mehrerer Stofffeinheit als die gröberen irdischen Stoffe besitzen.

Ein Körper ferner, der auf der Erde 1 Pfund wiegt, wiegt auf dem Saturn 1,09 Pfund, welches (vergl. Jupiter, S. 828) sagen will, daß Saturn durch seine mehrere, aber auch zu einem größeren Volumen ausgedehnte Masse und seine solchergestalt bestimmte Massenkraft die Körper auf seiner Oberfläche in jenem Verhältnisse fester hält (demjenigen, der sie aufheben will, so viel mehr Widerstand entgegensetzt). Bei dieser Angabe ist aber von dem verschiedentlichen Einflusse des Rotationsschwunges (vgl. unten) auf den verschiedenen Puncten der Saturnsoberfläche abgesehen.

Licht und Wärme werden diesem Planeten von der Sonne, aus 10fach größerer Entfernung, auch nur in (Erleuchtung, S. 395) $10^2 = 100$ Mal geringerem Verhältnisse als der Erde mitgetheilt, ein Umstand, der auf die natürliche Vermuthung führt, daß die Atmosphäre des Saturn, ähnlich der des Jupiter (S. 831), günstiger, als die der Erde, zur eigenen Licht- und Wärme-Entwicklung organisirt sey (daß sie dazu eines geringeren Impulses Seitens der Sonne bedürfe).

Man bemerkt auf der Oberfläche des Saturn mehrere Streifen oder Gürtel (ich komme, mit Bezug auf Mädler's Beobachtungen, hinten auf dieselben zurück), gleich denen des Jupiter, nur brei-

* Anweisung zu dieser Ableitung im Art. Parallaxe, S. 254.

** Denselben (vergl. Erde, S. 363, wo alle betreffenden Dimensionen) = 1719 Meilen setzend.

*** Wir haben die Masse des Saturn oben = ${}^{1}/_{3534}$ der Sonnenmasse gefunden; die Erdmasse beträgt ${}^{1}/_{337000}$ der letzteren; 92 . 3534 ist aber in der That nahe = diesen 337000. Die im Art. Erde, S. 367, beigebrachte dießfallsige Angabe weicht hiervon auch nur um so viel ab, als bei dieser Art von Bestimmung nicht befremden darf.

**** Gleiche Dichte müßte eine 734fache Wirkung hervorbringen; beobachtet wird nur eine 92fache, also eine (8.92 = 734) 8 Mal geringere, woraus die Dichte des Saturn, wie oben, auch nur = ${}^{1}/_{8}$ der Erddichte folgt. — Ich gebe diese Bestimmung der mittleren Dichte des Saturn hier übrigens lediglich nach Hansen, welchen wir zum Führer gewählt haben. Freilich scheint damit die, in den Artikeln Erde, S. 370, und Jupiter, S. 828, vorkommende Anführung des Berliner Astronomen Encke, „daß die Dichtigkeit sämmtlicher Planeten der zweiten Gruppe (Jupiter, Saturn, Uranus), eines wie des andern, ${}^{1}/_{4}$ der Erddichte betrage" — in Widerspruch zu stehen; allein Encke (vergl. Schumachers „Astron. Nachrichten." Nr. 443, 488 und 489) bemerkt selbst, „die bei Saturn vorkommende Abweichung von jener Regel erinnere an seine Ringgestalt."

Leser, welche den Gegenstand weiter verfolgen wollen, muß ich übrigens auf die angeführten drei Nummern der „Astron. Nachrichten" selbst verweisen, wo Sie das ganze Detail dieser delicaten Untersuchung finden.

ter und weniger scharf markirt, wahrscheinlich aber von derselben Natur; sie haben, in Verbindung mit einigen Einzelflecken, dazu gedient, die Dauer der Rotation (vergl. wegen der Methode letzteren Artikel) dieses Planeten zu bestimmen, welche man solchergestalt = 10½ Stunde gefunden hat.

Die Neigung des Saturnäquators endlich gegen die Ebene der Ekliptik beträgt 28°, und also gegen die, mit letzterer den angegebenen (Neigungs-) Winkel von etwann 2½° machende Ebene der Bahn des Saturn 30½°, welches demnach (im oft erklärten Sinne) die „Schiefe der Ekliptik" auf diesem Planeten abgibt.

Neben diesen, in der weitesten Bedeutung als die Elemente zu bezeichnenden Umständen treten dann aber die alsbald angeführten

Ringe des Saturn

hervor. „Eine wundervolle Erscheinung," so drückt sich unser Hansen darüber aus, „begleitet nämlich stets diesen Planeten. In der Ebene seines Aequators umgeben ihn zwei frei schwebende, in einer und derselben Ebene liegende dünne Ringe. Der äußere Durchmesser des äußersten Ringes erscheint uns in der mittleren Entfernung des Saturns unter einem Winkel von 40″,10, der innere Durchmesser desselben Ringes unter einem Winkel von 35″,29. Der äußere Durchmesser des innern Ringes hält 34″,48 und der innere Durchmesser dieses Ringes 26″,67. Es ist demnach

der äußere Durchmesser des äußern Ringes	38325	geogr. M.
Der innere . . .	33728	— —
Die Breite dieses Ringes	2299	— —
Der äußere Durchmesser des innern Ringes	32955	— —
Der innere . . .	25490	— —
Die Breite dieses Ringes	3733	— —
Die Entfernung dieses Ringes von der Oberfläche des Saturns	4992	— —
Entfernung der beiden Ringe von einander	387	— —

Die Dicke der Ringe kann nicht 20 geographische Meilen übersteigen.

Die Ringe werden, wie der Saturn selbst, von der Sonne erleuchtet, denn man sieht den Schatten der Ringe auf dem Saturn, und den Schatten des Saturns auf den Ringen. Von der Erde aus gesehen, stellen sich die Ringe unter elliptischer Gestalt dem Auge dar. Ein Theil derselben ist vom Saturn verdeckt, ein anderer Theil verdeckt einen Theil des Saturn, und zu beiden Seiten des Saturn ragen sie wie Henkel hervor. Die scheinbare elliptische Figur der Ringe verändert sich nach der relativen Stellung der Erde, des Saturns und der Sonne. Zu einer Zeit erscheinen die Ringe uns so breit, daß sie den einen Pol des Saturns bedecken, hierauf erscheinen sie schmäler und schmäler, bis sie sich in einen äußerst zarten Lichtstreifen verwandeln, welcher zu beiden Seiten am Aequator des Saturns hervorragt. Dieser Lichtstreifen ist so zart, daß er nur durch die größten und stärksten Fernröhre gesehen werden kann. Den Beobachtern, welchen nicht außerordentlich große Fernröhre zu Gebote stehen, sind um die Zeit dieser Erscheinung die Saturnringe gänzlich entschwunden; vor W. Herschel hatte sie noch niemand in diesem Zustande gesehen. Diese Erscheinung tritt ein, wenn die Ebene, worin die Saturnringe liegen, durch die Sonne geht, oder mit andern Worten, wenn die Sonne aufhört, die eine Seite der Ringe zu bescheinen und anfängt, ihre Strahlen auf die andere Seite, die bis dahin im Schatten lag, zu werfen. Dieses muß bei jedem Umlaufe des Saturns zweimal, also in Zwischenzeiten von nahe 15 Jahren, Statt finden. Aber auch in einem andern Falle stellt sich uns dieselbe Erscheinung dar, nämlich, wenn die Erde durch die Ebene der Ringe geht. In diesem Falle müssen sich auch die Ringe wie eine gerade Linie darstellen, die aber wegen ihrer Zartheit verschwindet. Wenn die Erde durch die Ebene der Ringe gegangen ist, verweilt sie eine kurze Zeit an der Seite der Ringe, die nicht von der Sonne erleuchtet ist, während dieser Zeit sind die Ringe also für uns gänzlich unsichtbar, wogegen aber der Theil des Saturn, den sie bedecken, sich uns als ein schwarzer Streifen darstellen muß. Die geringe Breite dieses Streifens verursacht, daß er nur durch große Fernröhre gesehen werden kann.

Einem Theile der Bewohner des Saturns, wenn solche vorhanden sind, gewähren die Ringe das Schauspiel eines oder zweier großen, am Himmel ausgespannten, fast immer in gleicher Stellung verharrenden und von einer Gegend des Horizontes zur andern reichenden, erleuchteten Bogen. Einem Theile der Bewohner verursachen dagegen dieselben Ringe eine Sonnenfinsterniß, deren Dauer 15 unserer Jahre, oder ein halbes Saturnjahr beträgt.

Man fragt natürlich, wie es möglich ist, daß so große, aus dichter und wägbarer Masse bestehende Körper frei schweben können, und nicht längst auf den Planeten, welchen sie umgeben, herabgefallen sind? Die Antwort dieser Frage liegt in der schnellen Umdrehung der Ringe in ihrer eigenen Ebene. Durch die Beobachtungen hat sich diese Umdrehungszeit $10^h\ 29'\ 17''$ ergeben, welches nach den Gesetzen der Anziehungskraft sehr nahe die Zeit ist, in welcher ein Mond, dessen Entfernung vom Saturn der Entfernung des Mittels der beiden Ringe gleich wäre, sich um den Saturn drehen müßte. Die Centrifugalkraft, die durch diese Umdrehung erzeugt wird und die der Anziehungskraft des Saturns entgegengesetzt wirkt, hält sie in ihrer Stellung. Aber diese wäre nicht hinreichend, um zu bewirken, daß sie stets freischwebend verharren.

Wenn die Ringe vollkommen symmetrisch und homogen wären, und ihr Mittelpunct mit dem Mittelpuncte des Saturns genau zusammen fiele; wenn der Saturn auch vollkommen symmetrisch und homogen wäre und außer der gegenseitigen Anziehungskraft der Ringe und des Saturns keine Kraft auf sie einwirkte: so würde die durch ihre Umdrehung erzeugte Centrifugalkraft hinreichen, um sie in ihrer Stellung zu erhalten; wenn aber durch die Anziehungskraft eines Satelliten etwa, oder eines Kometen, die Lage ihres Mittelpuncts in Beziehung auf den Mittelpunct des Saturn einmal um das Mindeste verrückt würde, so würde dieser Mittelpunct nie wieder in seine vorige Stellung zurückkehren; er würde sich mehr und mehr von dem Mittelpuncte des Saturn entfernen, die Ringe würden sich in Folge dessen, der Oberfläche des Saturns immer nähern und sich in kurzer Zeit ganz mit dem Körper des Saturns vereinigen.

Dafür, daß dieses nicht geschehe, ist auf andere Weise vom Schöpfer gesorgt. Die Ringe sind keine homogene Körper, wie durch die Puncte auf ihrer Oberfläche, vermittelst welcher man ihre Umdrehungszeit hat beobachten können, dargethan werden kann; sie sind auch keine symmetrischen Körper, welches durch Unregelmäßigkeiten bei ihrem Verschwinden, wo gewöhnlich der eine Henkel früher verschwindet, wie der andere, bewiesen wird, ja, ihre Stellung in Beziehung auf den Saturn ist auch nicht symmetrisch, indem an der einen Seite die Entfernung ein wenig größer, wie an der andern beobachtet worden ist. Alles dieses, in Verbindung mit ihrer schnellen Umdrehung vereinigt sich, um ihr Gleichgewicht um den Saturn stabil zu machen. Vermöge der schwereren Theile, die solchergestalt die Ringe besitzen müssen, nehmen sie den Charakter von Satelliten an, die wie alle übrigen Satelliten und Planeten vermöge ihrer Fliehkraft in ihren Bahnen um den Körper, den sie umkreisen, erhalten werden, und in deren Laufe die Anziehungen der übrigen Körper unseres Sonnensystems nur periodische Veränderungen hervorbringen können, die dessen Stabilität nicht gefährden."

Bis hierher in der Beschreibung dieser Ringe, bevorwortetermaßen, unser Hansen; das Phänomen ist aber schon als ein, wie gesagt, nur den Planeten Saturn unter allen übrigen auszeichnendes so ungemein merkwürdig, daß ich auch in der Geschichte der Entdeckung, wobei ich nunmehr meinen eigenen Sammlungen folge, und wie ich ebenfalls gleich Eingangs bevorwortet habe, etwas umständlicher seyn muß.

Vor der Erfindung der Fernröhre hat man von diesen Ringen, oder vielmehr von diesem Ringe, denn die Theilung ist, vergl. unten, erst in den neuesten Zeiten beobachtet worden, bei der oben nachgewiesenen geringen Dicke, natürlich gar nichts gewahr werden können. Gleich nach dieser Erfindung aber (1610) bemerkte Galilei („Epistolae de iis, quae post edit. nuncii siderei ope perspicilli, nova et admiranda in coelo deprehensa sunt."

Aug. Vindelic. 1611. 4.) die wunderbare Gestalt des Ringes, welche er „dreifach“ nennt („apparuit *tergeminus* vel *tricorporeus*, figura oblonga, ut utrique lateri duo comites adhaerere viderentur“); weil er aber nachher, als sich der Ring aus den in der Beschreibung nachgewiesenen Gründen seinen Blicken entzogen hatte, den Saturn wieder völlig rund sah, so verfolgte er die Sache nicht weiter. Gassendi, dieser uns schon mehrfach bekannt gewordene französische Astronom des 17ten Jahrhunderts, beobachtete die Erscheinung im Jahre 1640 abermals; und noch mehrere solche Beobachtungen führt Riccioli (Bd. I. dieses Wörtrb. S. 343) im Almag. novum. S. 487. an, wo er den Saturn als mit „Henkeln versehen“ („ansis instructum“) beschreibt. Auch Hevel, der Danziger Astronom („Dissertatio de nativa Saturni facie.“ Gedan. 1656. Fol.), welcher sich weit längerer Fernröhre bediente, verfolgte die Erscheinung, fand sich jedoch außer Stande, eine Erklärung abzugeben.

Endlich überzeugte sich Huygens nach vieljährigen Beobachtungen mit den damaligen, vor Erfindung der Achromaten nothwendigen, überaus langen Fernröhren, daß man Alles erklären könne, wenn man einen breiten, um die ganze Saturnkugel in einem gewissen Abstande concentrisch (vergl. unten) herumgebenden Ring annehme, welcher eine beständig sich selbst parallele und also nach Einerlei Gegend des Himmels hinaus gehende Richtung behaupte, und dabei zugleich von der Sonne beleuchtet werde. Huygens („Systema Saturnium.“ Opp. Tom. III.) leitet aus dieser Annahme auch wirklich alle Einzelheiten des Vorganges mit dem vollkommensten Erfolge ab; und da sich die Richtigkeit seiner Erklärung nach den obigen Andeutungen, mit denen man sie vergleichen mag, bei allen späteren Prüfungen durchaus bestätiget hat, so lasse ich diese Erklärung zu einer nochmaligen Uebersicht hier ebenfalls folgen.

Jenes Detail des Vorganges selbst zunächst, wie es unserem scharfsinnigen Huygens nach seinen Beobachtungen vorlag und auf das bezeichnete Prinzip zurückgeführt werden sollte, war, und ist also noch,* folgendes: Zuweilen wird Saturn (wie schon oben von Galilei) völlig rund und ohne allen Ring erblickt; einige Zeit nachher zeigt sich der Ring zu beiden Seiten des Planeten als eine gerade, sich nachher öffnende und ein Paar Handhaben bildende Linie, welche Handhaben nach 7½ Jahren (etwann dem vierten Theile der Eingangs zu nahe 30 Jahren nachgewiesenen Revolution des Saturn) am weitesten offen sind und genau die ganze Saturnskugel umfassen; sie werden darauf wieder enger, und (2 . 7½ =) 15 Jahre nach der ersten Erscheinung verschwindet der Ring abermals, wird alsdann von Neuem sichtbar, wendet sich aber auf die andere Seite, wo er, nach neuen 7½ Jahren, nochmals am meisten geöffnet ist, und 30 (genauer 29½) Jahre nach der ersten Erscheinung wiederum verschwindet. — Während dieser 29½ Jahre ist Saturn gerade um den ganzen Himmel gegangen; und bei seinem folgenden Umlaufe kehren diese Erscheinungen in derselben Ordnung zurück.

Dieß ist also der Vorgang mit allen seinen Abwechslungen, deren Grund Huygens anzugeben hatte, und welche Er demnächst so erklärt, daß sich die Fläche** des die Saturnkugel in der nachgewiesenen Art frei umschwebenden Ringes unter einem beständigen Winkel von etwann 31½° gegen die Ebene der Ekliptik*** neigt, und ihre am weitesten von

* Nur daß sich, wie schon vorn bevorwortet worden, durch unsere schärferen Instrumente jetzt die Spaltung des Ringes in einen inneren und einen äußeren bemerken läßt.

** Dieser Ausdruck „Fläche,“ als mit der Vorstellung eines „Ringes“ nicht recht vereinbarlich, könnte befremden; allein der Anblick der Figur, welche ich gleich beibringe, wird den Zweifel beseitigen: man mag sich den „Ring“ etwann als den breiten Rand mit schmaler Kante eines Tellers denken, dessen Mitte ausgeschnitten wäre, und welcher in dieser Art frei um eine Kugel schwebte.

*** Neuere Beobachtungen geben diesen Winkel nur = 30° 20′. Gegen die Ebene

derſelben abſtehenden Theile gegen 17° des Sternbildes des Schützen, und 17° der Zwillinge kehrt, wogegen ihre Durchſchnittspuncte (Knoten) mit dieſer Ebene in [illegible] der Fiſche, und 17° der Jungfrau liegen. Könnten wir den Ring aus ſeinen Polen (welche — vergl. die Anmerk. — alſo auch die Pole der Saturnskugel ſelbſt ſind, in deren Aequatorsebene derſelbe, angegebenermaßen, fällt) betrachten, ſo würde er uns, dann gerade geſehen, kreisrund und den Saturnäquator concentriſch umgebend erſcheinen. Da aber der Planet Erde während des Jahreslaufes immer in der Ebene der Ekliptik bleibt und nie in dieſe Pole kommt, ſo ſehen wir den Ring kreis vielmehr in den meiſten Stellungen ſchief und daher, wie jeden ſchief geſehenen Kreis, als Ellipſe. Wenn Saturn für uns in den Zeichen des Schützen und der Zwillinge, und die Erde in Bezug auf ihn alſo umgekehrt in den Zwillingen und dem Schützen ſteht, ſo befinden wir uns an den angegebenen, von der Ringfläche am meiſten abliegenden Stellen, wo uns demnach von dieſer Fläche mehr in die Augen fällt und ſie eine weiter geöffnete Ellipſe bildet, deren große Axe ſich zur kleinen wie 1 : sin 31½°,* d. i. faſt wie 1 : ½ verhält. In dieſer Stellung ſieht man zwiſchen dem Planeten und ſeinem Ringe hindurch; der Planet erſcheint (man muß ſich die Planetenkugel nur in ihrer Projection als Scheibe mit dem ſie umſchwebenden, zur Ellipſe platt gedrückten Ringe recht vorſtellig machen) gehenkelt (ansatus), und es iſt möglich, durch die Henkelöffnungen hiedurch Fixſterne zu ſehen. — Zeigt ſich uns Saturn aber in den Fiſchen und der Jungfrau (und die Erde, von ihm aus geſehen, ſomit in der Jungfrau und den Fiſchen), ſo befindet ſich unſer Auge in der erweiterten Fläche des Ringes ſelbſt, und man ſieht alſo nur ſeine, wie geſagt, „ſchmale“ Kante; zu eben der Zeit erleuchtet die Sonne, welche (der großen Entfernung wegen) vom Saturn faſt nach derſelben Richtung wie die Erde erblickt wird, den Ring nur der Kante nach, welche aber zu dünn iſt, um alsdann von uns geſehen zu werden,** ſo daß der Ring in dieſen Zeichen verſchwindet (für uns unſichtbar wird).***

der Saturnsbahn zeigt ſich der Ring aber genau (ich finde dieſe Beſtimmungen bei Littrow, davon ſich aber wieder neuere Meſſungen nochmals etwas unterſcheiden) um 30° geneigt; und da wir oben dieſelbe Neigung (die „Schiefe der Ekliptik“ auf dem Saturn) auch für den Saturnäquator gefunden haben, ſo folgt daraus, daß der Ring in die (erweitert gedachte) Ebene dieſes letzteren falle, welches (vgl. Nebenplaneten, S. 220) gleich ſehr von den Saturnsmonden, wenigſtens von den ſechs inneren, gilt. Ich komme hinten hierauf zurück.

Indeß könnte es die Leſer befremden, daß ich jene Neigung der Ebene des Ringes gegen die Ebene der Ekliptik = 30⅓°, und gegen die Ebene der Bahn nur = 30° gebe, da doch die letztere ihrerſeits mit der erſteren den vorn nachgewieſenen Winkel von 2½° macht, woraus alſo vielmehr eine Geſammtneigung von (30⅓ + 2½ =) 32⅚° folgen zu müſſen ſcheint. Dieſelbe würde auch wirklich Statt finden, wenn die Knoten der drei ſich alſo ſchneidenden Ebenen: des Ringes, der Ekliptik und der Bahn, zuſammenfielen, welches aber nicht der Fall iſt, daher denn jener Unterſchied entſpringt.

* Ich bitte um Vergleichung des Artikels Rotation, wo mit Bezug auf den ſcheinbaren Fleckenweg über eine Planetenſcheibe hierher gehörige Erläuterungen vorkommen.

** Nur erſt dem großen Herſchel mit ſeinen Rieſen-Inſtrumenten, von denen Huygens freilich noch keine Ahnung hatte, iſt es, wie ich in meinen Notizen finde, zuweilen geglückt, den Ring auch in dieſen Lagen fortwährend als eine äußerſt zarte Linie zu verfolgen.

*** Ein gegen eine, die (erweiterte) Ekliptik vorſtellende Horizontal-Ebene, z. B. die Tiſchplatte, ſchief aufgeſtellter und in dieſer Lage aus verſchiedenen Standpuncten betrachteter (vergl. oben kreisrunder) „Teller“ macht den Vorgang am anſchaulichſten; es erſcheint dieſer Teller (dieſe Ebene des Ringes), von der Seite

Zieht man hierbei noch in Betracht, daß doch Sonne und Erde aus dem Saturn nicht völlig an Einerlei Orte gesehen werden, so findet man drei Ursachen, aus denen der Ring solchergestalt für uns unsichtbar werden kann: 1) wenn die erweiterte Fläche des Ringes durch die Sonne geht, wobei (vergl. oben) nur die (dünne) Kante erleuchtet wird; 2) wenn eben diese Fläche zwischen der Sonne und Erde hindurchgeht, wobei uns der Ring seine dunkle, von der Sonne abgewendete Seite zeigt,* und 3) wenn die Fläche durch die Erde geht, wobei nur die schmale Kante gesehen wird.

Hierbei bleibe ich, was Huygens scharfsinnige Erklärung, welche ich mit der Geschichte des Ringes verflochten habe, betrifft, stehen; diese Erklärung ist auch, wie gesagt, durch alle späteren Beobachtungen vollkommen bestätigt worden; — und nur in Einzeldingen haben uns Herschel (vergl. schon oben) und seine Nachfolger, vermittelst ihrer gewaltigeren Instrumente, noch mit folgenden Umständen bekannt gemacht. Der Ring ist, wie auch schon vorn bevorwortet worden, nicht einfach; Herschel (der Vater) hat seine Theilung in einen äußern und einen inneren Ring (sie ist in der eben erwähnten Figur 1 der Tafel XIV. durch den schwarzen Theilstrich sehr augenfällig angedeutet) schon 1787 nachgewiesen. Seitdem hat unser Berliner Astronom Encke noch eine neue Theilung auch jenes äußeren Ringes abermals in zwei getrennte Ringe bemerkt, und die Astronomen des Collegio Romano wollen noch weitere Theilungen wahrgenommen haben. Indeß gehe ich darauf nicht weiter ein, indem, wie ich in meinen Notizen finde, eine noch neuere, äußerst sorgfältige Beobachtung aus dem Jahre 1843 letztere Angabe nicht bestätiget; — erwähnt mußte die Sache hier jedoch werden, da jetzt in astronomischen Schriften, statt von Einem oder zwei Ringen, oft von einem „Ringsysteme" Saturns die Rede ist. Auch die ebenfalls schon vorn angedeutete, nicht vollkommene Concentricität der Ringe mit der Saturnskugel ferner ist eine Entdeckung der neuesten Zeit; es bedarf jedoch, wie ich in diesem Bezuge schließlich bemerke, ungemein sorgfältiger Beobachtungen, um diese Abweichung wahrzunehmen.

Von den, den Saturn neben den Ringen auszeichnenden sieben Monden ist zwar im Allgemeinen schon im Art. Nebenplaneten, S. 218, die Rede gewesen; hier wollte ich aber speciell noch darauf zurückkommen, daß sich dieselben, mit Ausnahme des äußersten (des siebenten), gleich den Ringen, wenigstens sehr nahe, in der erweiterten Ebene des Saturnäquators befinden, wovon bei der Lage ihrer Bahnen außerhalb der, den Saturn in größerer Nähe umschwebenden Ringe natürlich ihre häufige Verdeckung durch die letzteren für die Saturnskugel selbst die Folge ist, ein Umstand, welcher noch öfter eintreten würde, wenn die Ringkanten nicht von der angegebenen außerordentlichen Dünne* wären.

angesehen, also der Kante nach, in der Projection als gerade Linie, von vorn als schiefer Kreis, in der Projection, als Ellipse; — und wenn man sich die, den Ring nach Maßgabe seiner respectiven Stellungen gegen den Beobachter auf der in Bewegung begriffenen Erde, beleuchtende Sonne hinzudenkt, so wird sogleich Alles klar. Indeß könnte manchen Lesern doch eine Figur willkommen seyn, daher ich eine solche (1 der Tafel XIV.), wie ich sie oben versprochen habe, nun hier beifüge. — Mir sagt das „Teller"-Experiment besser zu.

* Wer für diesen Fall (die beiden andern leuchten von selbst ein) Schwierigkeiten finden sollte, der zeichne sich einen größeren, die Bahn des Saturn vorstellenden und die Erdbahn concentrisch umringenden Kreis, mit dem (also gemeinschaftlichen) von der Sonne eingenommenen Mittelpuncte, und stelle Saturn mit dem Ringe in jener seiner Bahn also zwischen Erde und Sonne.

* Bei einer Beobachtung im Jahre 1789, da sich die Erde nahe in der Ebene des Ringes befand, erschien derselbe (vergl. oben) als ein äußerst feiner Lichtfaden, an welchen, wie sich Herschel nach meinen Notizen darüber ausdrückt, „die Monde gleich Perlen angereihet waren," trotz der

An dieſe, alſo auf die Beziehung zu den Trabanten des Saturn ausgedehnte Beſchreibung und Geſchichte* des Ringes dieſes Planeten will ich nun noch einige einzelne, denſelben angehende Bemerkungen anreihen, wie ich ſie namentlich beim verewigten Wiener Aſtronomen Littrow antreffe.**

Schröter, der uns bekannte Lilienthaler Beobachter, bemerkte, daß man den Ring zu der Zeit, wo bloß ſeine Kante von der Sonne beſchienen wird, meiſtens nur theilweiſe ſieht, ſo daß er dann aus mehreren unterbrochenen geraden Linien zu beſtehen ſcheint, die ſich abwechſelnd trennen und wieder vereinigen. Dieſe Erſcheinung läßt ſich nicht aus dem verſchiedenen Zuſtande unſerer Atmoſphäre erklären, weil ſich zu derſelben Zeit der Schatten des Ringes auf der Kugel des Planeten in allen ſeinen Theilen gleich deutlich zeigte. Die Urſache derſelben muß alſo in einer Atmoſphäre des Ringes ſelbſt und in den darin vorgehenden Veränderungen geſucht werden. Für dieſe Exiſtenz der Ringatmoſphäre ſpricht auch noch eine Beobachtung Herſchel's, indem Er zu der Zeit, als nur noch ein ſehr kleiner Theil der Kugel unter dem vorderen Bogen des Ringes hervorragte, dieſen Theil viel ſpitziger ſah, als ſonſt, da er doch wegen ſeiner Abplattung ſtumpfer ausſehen ſollte. Der Schatten, welchen der Ring auf die Kugel wirft, iſt nicht immer von gleicher Farbe: oft ganz ſchwarz, oft theilweiſe nur ſchwach grau, oft ganz unſichtbar.

Wenn die Sonne ſchon die breite Fläche des Ringes beſcheint und die Erde noch auf der dunklen Seite deſſelben ſteht, ſo zeigt ſich demungeachtet auch noch die Schärfe des Ringes beleuchtet, welches ebenfalls bloß eine Wirkung der Ringatmoſphäre ſeyn kann. Der Raum zwiſchen dem Planeten und dem Ringe erſcheint nach Schröter immer ſo tief dunkel, daß dieſer Anblick nicht blos dem Contraſte des nahen beleuchteten Ringes zugeſchrieben werden kann, und es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß dieſer Zwiſchenraum durch etwas ausgefüllt iſt, was mit der Atmoſphäre des Planeten und ſeines Ringes in Verbindung ſteht.

Der Ring iſt beſonders zu der Zeit, wo er als eine gerade Linie erſcheint, nicht gleichförmig beleuchtet, ſondern man unterſcheidet auf ihm deutlich mehrere helle und dunkle Stellen, er iſt alſo keine Ebene, ſondern eine mit großen Gebirgen bedeckte Fläche. Auch nachher, wenn die Sonne ſchon die breite Fläche des Ringes beleuchtet, erſcheint er noch unter derſelben Geſtalt, wegen der langen Schatten, welche die Berge bei Aufgang der Sonne werfen. Je höher aber die Sonne für die Ebene des Ringes ſteigt, deſto kürzer werden dieſe Schatten, und wenn ſie endlich beinahe gänzlich verſchwinden, zeigt ſich die Kante des Ringes wie eine wellenförmige Linie, genau wie das Profil einer langen Gebirgskette. Beſonders merkwürdig iſt die in der That erſtaunenswürdige Höhe dieſer Berge in Beziehung gegen die Dicke des Ringes, auf welchen ſie, als auf ihrer Baſis ſtehen. Wir haben geſehen, daß die Berge Merkurs, die verhältnißmäßig die höchſten aller Planeten ſind, doch kaum den 260ſten Theil ſeines Durchmeſſers betragen, während die Höhe

ſcheinbaren Kleinheit ihrer kaum auf 1" anzuſchlagenden Durchmeſſer, jene Linie aber doch noch ſehr bemerklich überſchritten.

* In dieſer hiſtoriſchen Beziehung will ich jedoch der oben gemachten Anführung, „daß den Alten vom Saturnsringe gar Nichts bekannt geweſen ſey," noch die mir eben aufſtoßende, höchſt merkwürdige Notiz hinzufügen, daß die Indier ſchon auf ihren früheſten Sterncharten den Saturn mit einem Ringe abgebildet haben. — Dieß würde an Bailly's berühmte Hypotheſe erinnern; ich bedaure, die Stelle ſeines Werkes, wo ſich die Notiz findet, nicht gleich näher angeben zu können.

** Ich bevorworte, daß andere Aſtronomen den hier nach Littrow und Schröter vorgetragenen Vermuthungen nicht unbedingt beiſtimmen; indeß habe ich mich nicht für berechtiget gehalten, dieſe abweichenden Anſichten deßhalb den Leſern vorzuenthalten. Schröter beſonders war ein ſehr ſorgſamer Beobachter, und Manches von Demjenigen, was die nächſte Zeit nach Ihm verworfen hat, iſt durch die neueſte Zeit gleichwohl nicht weniger wieder hergeſtellt worden.

der Berge des Saturnringes die Dicke dieses Ringes beinahe zweimal übertrifft, indem sie sich oft bis 200 Meilen über ihre Ebene erheben; ja meistens steht jedem dieser hohen Berge auf der anderen Seite des Ringes ein ähnlicher genau gegenüber, so daß diese Berge gleichsam durch den Ring durchzugehen scheinen, und daß die Entfernung des obersten Gipfels von dem untersten oft fünf bis sechs hundert Meilen beträgt, und daß endlich das Volumen derselben selbst den Merkur an Größe übertrifft. Solche Massen kann man nicht mehr als Berge ansehen, die von der dünnen Fläche des Ringes getragen werden, sondern es sind wahre Weltkörper, Satelliten, die sich durch ihre gegenseitige Adhäsion zusammen geballt, und dadurch das große Gewölbe gebildet, und den Ring geschlossen haben, welcher den Planeten frei umgibt. Vielleicht sind die sieben Satelliten, welche den Saturn umgeben, auch nur Trümmer eines anderen geborstenen Ringes. Während bei der Bildung des gegenwärtigen Ringes mehrere Gebirge in beinahe gleicher Entfernung um den Planeten zu einem festen Gewölbe sich an einander reihten, entzogen sich diese sieben, als die wahrscheinlich höchsten Berge, der allgemeinen Verbindung, um eigene für sich bestehende Körper, die Satelliten, zu bilden; oder vielleicht ist dieser Ring auch nur eine, noch nicht zur völligen Entwicklung gelangte Masse, die nach der Bildung jener Satelliten übrig geblieben ist, und aus welcher sich künftig neue Satelliten entwickeln werden; eine Hypothese, welche durch den Umstand, daß (vergl. vorn) die Bahnen der sechs ersten Satelliten alle in der Ebene des Ringes liegen, unterstützt wird.

Diese Berge würden uns übrigens, unter der Voraussetzung ihrer Erscheinung als Flecken, so wie bei den anderen Planeten, ein Mittel geben, die Rotation des Ringes zu bestimmen. Allein es ist sonderbar, daß, wie ich in dieser Beziehung noch hinzufügen muß, zwei der größten Astronomen unserer Zeit aus ihren Beobachtungen hierüber zwei entgegengesetzte Resultate gezogen haben. Nach Herschel dreht sich der Ring nämlich in nahe 10 St. 30 M. um seine Axe, was auch mit der Theorie vollkommen übereinstimmt, weil ein Satellit Saturns in der Entfernung des Ringes, nach dem dritten Gesetze Keplers, in derselben Zeit seinen Umlauf um den Hauptplaneten vollenden würde,* und weil sich ohne diese Rotation das Gleichgewicht des frei schwebenden Ringes nicht erklären läßt. Nach Schröter aber sollen die ausgezeichnetesten Berge ihre Lage gegen den Mittelpunct des Planeten gar nicht ändern, und also der Ring ohne Rotation seyn, oder vielmehr wie unser Mond erst während einer Revolution Saturns, also während dreißig unserer Jahre nur einmal sich um seine Axe drehen. Indeß ist die Richtigkeit der dießfallsigen obigen Herschel'schen Angabe (vergl. vorn), im Widerspruche mit der Hypothese Schröter's, jetzt wohl ziemlich allgemein anerkannt. —

Endlich aber habe ich diesem Allen denn noch dasjenige hinzuzufügen, was der Dorpater Astronom Mädler in seinen vortrefflichen „Beiträgen zur physischen Kenntniß der Himmelskörper unseres Sonnensystems." Weimar. 1841. gr. 4. S. 87 flgd., über den hier betrachteten Planeten Saturn, und namentlich über den Ring, anderweitig besonderes Neues anführt.

Auf der Saturnkugel zeigt sich — sagt Er l. c. — bekanntlich ein (im Allgemeinen auch schon von uns vorn nach Hansen** erwähnter) grauer Streifen ganz nahe beim Ringe (d. h. also beim Aequator des Planeten). Ich habe diesen Streifen bei meinen vielfachen, höchst sorgfältigen Beobachtungen in seiner Erscheinung stets als vollkommen constant erkannt, dagegen aber, für meine Person, Nichts von den übrigen mehreren Streifen und Flecken wahrnehmen können, welche man nach Herschel dem Saturn beilegt (und wie sie auch unsere

* Mit dieser interessanten Beziehung hebe ich auch den Umstand hier wieder besonders hervor.

** Professor und zeitiger Director der Sternwarte Seeberg (bei Gotha). Ich erinnere mich nicht, diese beim großen Rufe des ausgezeichneten Astronomen wohl auch überflüssige biographische Notiz schon sonst irgendwo beigebracht zu haben.

Figur mit Beziehung auf das ebenfalls schon vorn darüber Gesagte zeigt). Die aus dieser Mehrheit gefolgerte Aehnlichkeit* der Streifen Saturns mit denen des Jupiter (vergl. d. Art. S. 830) scheint also einer Modification zu bedürfen: beim Saturn zeigt sich der „graue Streifen am Aequator" als constant und prädominirend; beim Jupiter dagegen ist kein Streifen prädominirend, sondern sie wechseln die Gestalt und verschwinden (l. c. S. 829), theilweise zuweilen auch wohl gänzlich. Außerdem aber erscheint der in Rede stehende graue Saturnsstreifen verhältnißmäßig scharf, und läßt sich gewöhnlich bis hart an den Rand verfolgen, was bei den Jupitersstreifen nicht in gleichem Maße der Fall ist.

Diese Umstände scheinen darauf hinzudeuten, daß der Saturnsstreifen nicht eigentlich bloß wolkiger Natur sey, wie von den Jupitersstreifen mit großer Wahrscheinlichkeit präsumirt werden darf, sondern daß er vielmehr, um unserer Hypothese alsbald den bestimmtesten Ausdruck zu leihen, eine, vermittelst der steten Ringanziehung auf die Gewässer Saturns hervorgerufene, gleich stete hohe Fluth in der entsprechenden äquatorealen Region des Planeten zur Ursache habe, wodurch jene seine Constanz und die Regelmäßigkeit seines Ansehens hinreichend erklärt werden würden. Zwar wissen wir allerdings nichts Positives über die Stoffe, welche die Oberflächen der übrigen Gestirne selbst nur unseres Systems bedecken; allein es bleibt hierbei auch gänzlich dahin gestellt, in wie weit das sogenannte „Wasser" des Saturn nun eben unserem irdischen Wasser gleiche. Genug, wenn es dort, wie doch fast mit Bestimmtheit anzunehmen steht, eine, dieß letztere vertretende, und also den hydraulischen Bewegungsgesetzen gleich diesem unterworfene Flüssigkeit** gibt, so darf die Anziehung des Ringes gegen dieselbe, also die prätendirte Fluth und mithin die darauf und nur darauf zu beziehende Entstehung des Streifens nicht bezweifelt werden. —

Denkt man sich — so fährt unser Mädler nun weiter fort — hiernächst einen Standpunct auf der inneren Kante des den Saturn, wie gesagt, ganz frei, etwann wie ein schmales,* pfeilerloses Bogengewölbe, umschwebenden Ringes, z. B. einen Beobachter in B unserer Figur 2 der Tafel XIV., so müßte der sich dort darbietende Anblick einem dahin versetzten und also daran noch nicht gewöhnten Erdbewohner mit dem größten Staunen erfüllen. Im Zenith (Z der Figur) und so nahe** über sich die ungeheure glänzende Saturnkugel mit dem beschriebenen Fluthgürtel ätherischen Saturnwassers; rechts und links der den Zuschauer tragende Boden sich (wie man leicht einsieht) zum Himmelsbogen erweiternd, der, immer schmaler erscheinend, die Kugel umfaßt und sich hinter ihr schließt; — in der That, „das ganze Sonnensystem hat keine Lokalität aufzuweisen, welche diesem großartigsten aller Phänomene vergleichbar wäre!"

* Ich wünsche, die Leser durch diese, zugleich in das Gebiet planetarischer Analogie, welches ich gern betrete, führenden Betrachtungen auch angenehm zu beschäftigen.

** Daß ein solches, und zwar sehr ätherisches Fluidum dem Saturn nicht fehlen werde, scheint schon aus der geringen Dichtigkeit dieses Planeten hervorzugehen. Ich habe diese Dichtigkeit vorn zu 1/8 der Erddichtigkeit berechnet; Bessel's, des verewigten Königsberger Astronomen, sehr genaue Untersuchungen geben dieselbe, wie ich noch finde, unter 1/7, also nahe eben so.

* Diese „Schmalheit" der Ringkante, auf welcher wir den Beobachter B in unserer Figur annehmen, könnte, wie ich das weiß, für manchen Leser doch etwas Störendes mit sich führen; ich bemerke also, zur Beseitigung dieses Gefühls, daß nach Mädler die Ausdehnung der (inneren) Kantenfläche in der Breite doch allermindestens immer noch auf 30 Meilen angeschlagen werden darf.

** Die Leser erinnern sich aus den Eingangs angeführten Dimensionen, daß der freie Abstand der innersten Ringkante von der Oberfläche Saturns (das BZ unserer Figur) nur etwann 6000 unserer Meilen beträgt.

Mit einer so herrlichen Andeutung des würdigen Mädler über Saturnpracht beende ich denn auch meine Beschreibung dieses Planeten und seines wunderbaren Ringes, den Lesern, welche die dadurch angeregten Ideen weiter verfolgen wollten, Nürnberger's „Skizzen der Topographie des Himmels." Kempten, Dannheimer. 1837. 8. empfehlend, deren erster Abschnitt* sich in demselben Sinne noch ausführlicher mit dem Ringe beschäftiget.

Saturnicentrisch, Saturnilabium, s. Jovicentrisch, Jovilabium, wo zwar hierher, als auf besondern Artikel, verwiesen ist, welche ich indeß bei näherer Betrachtung überflüssig finde, da die beiden ersteren Ausdrücke in Bezug auf den Saturn schlechterdings nichts Anderes, als die beiden letzteren in Bezug auf den Jupiter sagen, so daß die Anwendung gleich gemacht ist. Ich bemerke für Liebhaber bloß, daß Sie eine sehr ausführliche Anleitung zur Verfertigung eines solchen „Saturnilabiums" beim Lalande „Astronomie." §. 2994. antreffen.

Schaltjahr und **Schalttag,** s. Jahr, S. 803, und Kalender, S. 840.

Schatten; Umbra; *Ombre.* Der Schatten (in optischer Beziehung; — vom Schatten bei zeichnender Darstellung ist hier nicht die Rede) ist Mangel oder Beraubung des Lichtes durch einen im Wege stehenden dunklen Körper. Die vom Lichte abgewendete Seite eines dunklen Körpers, z. B. die von der Sonne abgekehrte Nachthalbkugel der Erde, wird nicht erleuchtet, weil der Körper selbst das Licht nicht durchläßt, und man sagt daher von ihr, sie stehe im „Schatten." Auch andere Körper, welche sich hinter einem dunklen finden, z. B. der vom Erdschatten getroffene Mond, werden nicht erleuchtet, indem der zwischen-liegende dunkle Körper den geradlinigen Fortgang der Lichtstrahlen hemmt. Daher werfen dunkle Körper auf hinter ihnen liegende (hinter sie tretende) in gerader Linie, dem Lichte gegenüber, „Schatten." An sich könnten diese Schatten, welche nur etwas Negatives sind, nicht gesehen werden; wenn sie sich aber von erleuchteten Theilen umringt oder begrenzt finden, so bemerkt man diese ihre Grenzen; und dadurch fallen auch sie in das Auge (das obige Beispiel der allmälig in den, sich dabei auf ihre abzeichnenden Erdschatten eintretenden hellen Mondscheibe macht die Sache unter unserem astronomischen Gesichtspuncte am anschaulichsten). — Der „Schatten" spielt aber (vergl. namentlich Finsternisse, Gnomon) in unserer Wissenschaft eine so wichtige Rolle, daß ich in mehreres Detail darüber eingehen muß.

Ist der leuchtende Körper eine Kugel, so bilden die Grenzen, in welchen der Schatten der dunklen Kugel enthalten ist, entweder cylindrische oder conische Räume: der Schatten der dunklen Kugel ist cylindrisch, wenn sie gleichen Durchmesser mit der leuchtenden hat; conisch, wenn die Durchmesser ungleich sind. Ist im letzteren Falle die dunkle Kugel größer, so wird der Schatten, wie ein umgekehrter abgestumpfter Kegel, immer breiter, je weiter er fortgeht (und heißt dann — vergl. Erleuchtung, S. 394 — becherförmig); ist aber die dunkle Kugel die kleinere, so läuft er in eine Spitze aus.* Letzteres ist der (unser) schon oben als Beispiel hervorgehobene Fall bei den Schatten, welchen die Planeten und Monde, als dunkle Körper, der selbstleuchtenden Sonne gegenüber, von sich wer-

* Der ganze Abschnitt ist, recht gut übersetzt, in der Schwedischen *„Stats-Tidning,"* Nr. 123. vom 30. Mai 1839 flgd., abgedruckt, und hat selbst die Aufmerksamkeit des damals regierenden Königes (Bernadotte) auf sich gezogen, von welchem der Verfasser dafür mit der großen goldenen Medaille: „Illis quorum meruere labores" beehrt worden ist. — Warum sollte aber eine, im fernen Auslande so wohl aufgenommene Arbeit nicht mit noch größerem Rechte dem deutschen Vaterlande empfohlen werden dürfen?

* In diesem Falle bezieht sich das Gesagte nur auf den alsdann vom Halbschatten zu unterscheidenden Kernschatten (vgl. beide besonderen Artikel und auch gleich hinten).

fen, wie dieß die Fig. 3 der Tafel XIV. bei ABEFH deutlich zeigt.

Setzt man alsdann den Halbmesser SB der leuchtenden Kugel = R, der (kleineren) dunkeln = r, den Abstand SC der Mittelpuncte = d, die Länge des Schattens, wie derselbe von CF anhebt, bis an die Spitze H, d. h. CH = l, so hat man wegen der ähnlichen Dreiecke SBH und CFH

$$SB : CF = SH : CH,$$

d. i. $R : r = d + l : l.$

also $R - r : r = d : l$, woraus

$$l = \frac{rd}{R - r}$$

folgt. Aus dieser Formel findet man sogleich die Länge des Schattens, wenn z. B. die Halbmesser der Sonne und des Planeten, nebst dem gegenseitigen Abstande beider Weltkörper, gegeben sind.

Exempel: Es ist (Erde, S. 367), wenn der Erdhalbmesser r = 1, der Sonnenhalbmesser R = 112, die Entfernung der Sonne von der Erde (Durchgang, S. 243) d = 24000 Erdhalbmessern. So wird $l = \frac{1 \cdot 24000}{112 - 1} =$ 217, also die Länge des Erdschattens = (etwann)* 217 Erdhalbmessern. — Man sieht hieraus, daß der nur 60 Erdhalbmesser von uns entfernte Mond, wenn er der Sonne gegenüber kommt, sehr wohl in den Erd-„Schatten" gerathen kann, worüber sich das Weitere nun im Art. Finsternisse, S. 462, findet.

Der Schatten dagegen, welchen ein lothrechter Körper, wie AB, Fig. 4. der Tafel XIV, auf eine wagerechte Fläche DE wirft, heißt der gerade Schatten (Umbra recta; *Ombre droite*). Wenn man den leuchtenden Körper S als einen Punct betrachten darf, so ist SBC der erste Lichtstrahl, welcher auf den Boden DE kommen kann, ohne von AB abgehalten zu werden; also wird die Länge des geraden Schattens AC (AB : AC = 1 : tang B oder cot C) = AB cot C; — und eben so ist die Höhe AB (AC : AB = 1 : tang C) = AC tang C, wodurch sich die Relation zwischen der Höhe des Schatten-werfenden Körpers, der Länge des geworfenen Schattens und dem bei C entstehenden Winkel gegeben findet. Bedeutet demnächst S den Mittelpunct der Sonnenscheibe, so ist jener Winkel C des Sonnenstrahls SC mit der Horizontalfläche (das Complement des Zenith-Abstandes SBZ) die Höhe der Sonne; und man hat nach dem Obigen die Tangente dieses Winkels C (dieser „Höhe der Sonne") $= \frac{AB}{AC} =$ der Länge des Körpers dividirt durch die Länge des Schattens.

Nach diesem Princip bestimmten die Alten die Mittagshöhe der Sonne aus der Länge der durch lothrecht aufgerichtete Obelisken oder Gnomons (vgl. d. A.) geworfenen Schatten, wobei man sich in unserer Figur AB als einen solchen „Gnomon," und DE als eine Mittagslinie zu denken hat. Plinius (H. N. II. 72.) führt davon Beispiele an. Am Tage der Nachtgleiche (des Standes der Sonne im Aequator) war der vom Gnomon AB geworfene Mittagsschatten AC zu Rom um $^1/_9$ kürzer, als die Länge (Höhe) von AB („In urbe Roma nona pars gnomonis deest umbrae"), d. h. für AB = 1, fand man AC = $^8/_9$, woraus $\frac{AB}{AC} = \frac{1}{\frac{8}{9}} = {}^9/_8 = 1{,}125$ folgt. Dieß ist also die Tangente des Winkels C, welcher für diesen Tag zugleich (beiläufig)* die

* „Etwann?" Man ermesse, daß sich die Entfernung der Erde von der Sonne in der elliptischen Bahn verändert. Der obige Werth ist nur der genaue mittlere, vorausgesetzt, daß die entsprechende mittlere Entfernung, statt beiläufig, eben so genau durch 24000 Erdhalbmesser ausgedrückt würde.

* Denn damit dieß genau der Fall gewesen wäre, hätte die Nachtgleiche (vergl. Frühlingspunct, S. 586) gleich genau gerade im Mittagsmoment eingetreten seyn müssen.

Unter letzterer Voraussetzung bezeichnet aber hiernächst S den vom Sonnenmittelpuncte eben dann behaupteten Aequators-Nachtgleichenpunct, demgemäß, da DE den Horizont abgibt, Winkel SCD

Aequatorshöhe von Rom abgibt, die sich solchergestalt = 48° 22′ (tang 48° 22′ = 1,125008′) fand. Vermindert man dieselbe wegen der Refraction, wegen des Sonnenhalbmessers* u. s. w. um 16′ (d. h. wendet man alle die Correctionen der neueren Astronomie darauf an, welche von den Alten zum Theile nicht einmal geahnt wurden), so bleiben 48° 6′, demzufolge die Polhöhe (90° — 48° 6′ =) 41° 54′ wird, wie auch neuere Beobachtungen dieselbe für Rom geben.

Wenn die Sonne eben im Horizonte steht, werden die geraden Schatten unendlich lang, d. h. dann wird die ganze Erdfläche mit Schatten bedeckt; dagegen sind sie zu Mittage, wo die Sonne die größte Höhe hat, am kürzesten. Beträgt diese Sonnenhöhe SCD, 45°, so sind die geraden Schatten eben so lang als die Körper, welche dieselben werfen, indem dann im rechtwinkligen Triangel unserer Figur 4. auch ABC = 45°, und folglich AC = AB wird. — Von der Anwendung gleicher vor- und nachmittägiger Schattenlängen der Sonne zur Bestimmung der Mittagslinie sehe man letzteren Artikel. In der Geographie aber bekommen die Bewohner gewisser Erdstriche Namen, welche sich auf die Lage des geraden Schattens daselbst beziehen, und worüber man ferner die Art. *Heteroscii*, Umschattige und Unschattige vergleichen kann.

Bei den vorauf beschriebenen Anwendungen der durch die Sonne veranlaßten Schattenlängen ist jedoch, wie ich deßhalb auch hierher verwiesen habe, wohl zu berücksichtigen, daß dieses Gestirn, wie gesagt, nicht sowohl ein einziger Punct, als vielmehr eine ganze Scheibe ist, wodurch um den wahren Schatten noch ein Halbschatten entsteht, welcher die Bestimmung des Punctes C und damit des Winkels DCS, also die ganze Ableitung von Sonnenhöhen daraus ziemlich unsicher macht; und ich will dieß nun vermittelst der versprochenen Figur (5 der Tafel XIV.) und mit Beziehung auf den betreffenden Fall recht anschaulich zu machen suchen.

Wäre in dieser Figur die Sonne S, angenommenermaßen, ein einziger Punct (ihr Mittelpunct), so würde die Schattenlänge, wie oben, = AC, und der zugehörige Winkel also = ACS seyn. Da die Sonne aber vielmehr den merklichen Halbmesser SR von nahe 16′ hat, so sendet schon ihr Randpunct R einen Lichtstrahl über AB hinweg, welcher den Boden bereits im Puncte c erreicht; zwischen A und c hat man gar kein Sonnenlicht, alldort ist man im vollen (auch Kern-) Schatten; zwischen c und C erhält man neuerdings immer etwas mehr Licht, je mehr man sich letzterer äußersten Schattengrenze nähert, an welcher man aus diesem Halbschatten (vergl. beide Art.) sodann wieder in volles Licht tritt. Die Schwierigkeit des genauen Erkennens dieser Grenze zunächst ergibt sich aber hierbei aus dem bloßen Anblicke der Figur, gleichwie diese Figur außerdem lehrt, weßhalb wir oben den gefundenen Winkel in der Hauptsache um den Halbmesser SR der Sonne vermindert haben. Denn dem letzteren entspricht Winkel SBR = cBC; BcA als äußerer Winkel ist aber = cBC + (dem gesuchten) cCB (ACS), daher, um dieß ACS zu erhalten, von ACR, der Sonnen-Halbmesser SR (cBC) abgezogen werden mußte.

Da der Schatten allezeit in gerader Linie mit dem leuchtenden und dem dunkeln Körper bleibt, so „scheint" er (denn er ist, wie gesagt, etwas bloß „Negatives") sich zu bewegen, so oft der eine oder der andere von diesen Körpern den Ort ändert; so laufen z. B. die Schatten der die Sonne oder den Mond be-

also in der That die betreffende Aequatorshöhe selbst wird.

Von der andern (aus dem Halbschatten entspringenden und schon in der folgenden Anmerkung angedeuteten) Unsicherheit dieses Verfahrens der alten Astronomen ist hinten nochmals die Rede.

* Denn der (vergl. oben) „erste, den Punct C treffende Lichtstrahl" SC gehört nicht eigentlich dem Mittelpuncte, sondern dem um ihren Halbmesser davon abstehenden oberen Rande der Sonne an; der Winkel bei C wird dadurch ein anderer, daß die Sonne nicht ein einziger Punct, sondern eine Scheibe von merklichem Halbmesser ist. — Ich komme, wie gesagt, hinten mit einer verdeutlichenden Figur hierauf zurück.

deckenden Wolken, wenn der Wind die letzteren fortführt, auf den Feldern dahin. Indem die Sonne, wie ich in diesem Bezuge noch bemerke, den Tag über von Morgen gegen Abend geht, bewegen sich die Schatten fest stehender Körper auf der Erdoberfläche umgekehrt von Abend gegen Morgen; die zur Erläuterung des Verfahrens bei Entwerfung einer Mittagslinie (vergl. d. A.) vermittelst der Schattenlängen beigebrachte Fig. 1. der Tafel V, um deren Vergleichung ich bitte, mit dem in C errichteten Stifte, zeigt dieß am augenscheinlichsten.

Bei Mondfinsternissen dagegen (vergl. Finsternisse, S. 461) folgt der Schattenkegel der ganzen Erdkugel natürlich der allgemeinen Himmels- (Tages-) Bewegung (von Morgen gegen Abend), gleichwie bei Sonnenfinsternissen (ibid. S. 478) der über die Erde wegziehende Schatten des Mondes der eigenen Bewegung des letzteren (also von Abend gegen Morgen).

Schließlich muß ich noch einen, den Gang des Schattens betreffenden merkwürdigen Umstand hervorheben, dessen meine Leser in älteren Lehrbüchern der Geographie erwähnt finden könnten. Bei uns (in unsern Ländern) nämlich, wo die Sonne nie nördlichen Zenithabstand erlangt, rückt sie daher auch vom Aufgange an, mit stets wachsendem nördlichen (vom nördlichen Durchschnittspuncte des Meridians mit dem Horizonte — dem Mitternachtspuncte — an gezählten) Azimuth,* immer mehr gegen den Mittagspunct zu; also nähert sich der vormittägige Schatten eines lothrechten Stiftes gleich ununterbrochen der Mittagsgegend (die schon oben citirte Fig. 1. der Tafel V. zeigt dieß wieder am besten). In der heißen Zone dagegen — sprechen wir zuerst von deren nördlicher Hälfte — widerfährt es jedem Orte, daß die Sonne für ihn jährlich eine Zeit lang mehr nördliche Abweichung hat, als die (nördliche) geographische Breite (Polhöhe) dieses Ortes beträgt, daher die Culmination dann wirklich nordwärts vom Zenith des Ortes erfolgt, in welcher Gemäßheit das nördliche Azimuth der Sonne zu dieser Zeit zwar täglich vom Aufgange an bis zu einer gewissen Grenze wächst, an derselben aber still steht und hiernächst wieder kleiner wird.* In Folge davon drehen sich die „Schatten" lothrechter Stifte unter diesen Bedingungen zwar des Morgens eine Zeit lang gegen Norden, stehen aber hernach still, werden südlich und fallen Mittags, südlich vom Zenith in die Mittagslinie (wie es, da die Sonne, angegebenermaßen, nordwärts von demselben culminirt, ganz natürlich ist). Nachmittags hat ein solcher Erfolg begreiflich in entgegengesetzter Art Statt; — gleichwie der ganze Vorgang eben so für die südliche Hälfte der heißen Zone eintritt, sobald die südliche Abweichung der Sonne größer als die südliche geographische Breite des betreffenden Ortes wird. — Dieses „Zurückgehen der Schatten" wird, wie gesagt, von den älteren Geographen: Varenius,**

* Der Ausdruck „nördliches" Azimuth könnte meine Leser bei Vergleichung dieses Artikels befremden; es soll damit aber, wie gesagt, nur das Zählen vom Mitternachtspuncte (statt, wie gewöhnlich, vom Mittagspuncte) an bezeichnet werden.

* D. h. die Sonne geht unter diesen Bedingungen zwar anfänglich auf die Mittagsgegend zu, kehrt aber nachher gleichsam wieder um und culminirt in der That auf der Nordseite des Zeniths. — An einem Globus kann man sich dieß sehr anschaulich machen: man nehme einen Ort z. B. 10° nordwärts vom Aequator, gebe der Sonne zugleich 15° nördlicher Abweichung und ziehe den entsprechenden Parallelkreis, so wird man gleich sehen, wie dessen Richtung zwar anfänglich allerdings eine südliche ist, in den höheren Puncten aber sodann nördlich wird, und im höchsten (dem Culminations-) Puncte (15 — 10 =) 5° nordwärts vom Zenith fällt.

** Varenius (Bernhard), über welchen man biographische Notizen meistens vergeblich sucht, gebürtig aus England, lebte als Arzt zu Amsterdam, wo er 1660 gestorben ist, und war leidenschaftlicher Liebhaber der Geographie. Sein oben gemeintes Werk über diese Wissenschaft ist die

Wolf (dem bekannten und berühmten Kanzler der Universität Halle), als eine Merkwürdigkeit der heißen Zone hervorgehoben; ein gewisser Widder hat eine eigene Dissertation: „De Solis et umbrae stili retrogradatione.“ Groning. 1760. 4., darüber geschrieben, und Kästner (der Göttinger Mathematiker) handelt in seinen „Astronom. Abhandl. 1ste Samml. Gött. 1772. 8. S. 244 flgd. besonders instructiv davon. — Mit diesen Literar-Notizen beende ich aber den gegenwärtigen Art. über „Schatten.“

Scheibengestalt der Gestirne, s. Planeten, wo schon der Umstand, daß die Planetenkugeln aus ihrer größeren Nähe im Fernrohre als solche „Scheiben“ erscheinen, wogegen sich die unendlich entfernteren Fixsterne auch bei den stärksten Vergrößerungen nur als untheilbare Puncte darstellen, hervorgehoben ist. Jene Erscheinung der näheren Weltkörper: der Kugeln der Sonne, des Mondes, der Planeten, unter der Gestalt von (Kreis-) Scheiben rührt aber daher, daß wir von ihnen bloß die dem Auge zugekehrte Hälfte sehen, welche von dem letzteren in ihrer Projection an der Innerfläche der eingebildeten Himmelshohlkugel natürlich nur als Fläche (Scheibe) empfunden werden können, wogegen sich die wirkliche Kugelform erst beim Betasten ringsumher (wofern dieß möglich wäre) ergeben würde. — Eines Mehreren wird es aber zur Erklärung dieser Erscheinung der Körper unseres Sonnensystems unter der „Scheibengestalt“ bei der ihnen sämmtlich gemeinschaftlichen Kugelform nicht bedürfen.

Scheinbare Bewegung, Entfernung, Größe, s. Bewegung, Entfernung, Größe, scheinbare.

Scheinbarer Ort, s. Ort, scheinbarer.

Scheitel-Abstand, s. Abstand vom Scheitel.

Scheitelkreis, Verticalkreis, Verticalcirkel; Circulus verticalis; *Vertical*, Cercle vertical. Jeder größte Kreis der Himmelskugel, welcher durch das Zenith und das Nadir geht, heißt ein „Scheitelkreis,“ und man kann also durch jeden Punct des Himmels oder durch jedes Gestirn einen Scheitelkreis legen. Alle diese Kreise aber stehen auf dem Horizonte senkrecht, eben weil sie durch das Zenith und das Nadir, als dessen Pole, gehen. Sie schneiden den Horizont in zwei entgegengesetzten Puncten, und werden von ihm (wie alle größten Kreise von einem größten Kreise) halbirt. In Bogen dieser Scheitelkreise finden sich die Höhen und Scheitel-Abstände der Gestirne (vergl. beide Art.) angegeben.

Es folgt hieraus, daß nicht weniger auch durch jeden Punct des Horizonts ein „Scheitelkreis“ geführt werden kann. Von diesen Kreisen heißt derjenige, der durch den „wahren“ Morgen- und Abendpunct (vergl. beide Art.) geht, der erste Scheitelkreis (Verticalis primarius; *le premier vertical*). Auch der Mittagskreis am Himmel gehört zu den „Scheitelkreisen“ (geht zugleich durch die Weltpole und durch das Zenith und Nadir, und ist also, gleichwie auf dem Aequator, auch auf dem Horizonte perpendicular). Diese Scheitelkreise endlich gehören zur „unbeweglichen“ Himmelskugel (S. 760)*; also treten die Gestirne bei der täglichen Bewegung jeden Augenblick in einen andern Scheitelkreis.

Scheitellinie, Verticallinie, lothrechte Linie; Linea verticalis; *Ligne verticale*; Ligne à plomb. Die durch Zenith und Nadir gehende Gerade, welche also die Axe des Horizonts abgibt und mit der betreffenden Horizontalebene rechte Winkel macht. Da die Richtung der Schwere, wie die Erfahrung lehrt, an jedem Erdorte auf der Oberfläche stillstehenden Wassers, d. h. auf der Horizontalebene ebenfalls lothrecht steht, so ist diese Richtung mit der der Scheitel-

„Geographia universalis, in qua explicantur affectiones generales Telluris.“ Cantobrig. 1672. 8.

* Es ist zwar dort nur der Meridian, als also einer von ihnen, namentlich angeführt, welches sonach auch hinreichen würde; indeß bitte ich, hinter diesem Worte „sammt den übrigen Scheitelkreisen“ hinzuzufügen.

linie Einerlei. Also fallen schwere Körper, wenn sie frei sind, in der Scheitellinie, und dehnen einen Faden, an welchem sie sich befestiget finden, nach dieser Linie aus. Daher gibt die Richtung des Bleilothes (Senkbleies, *à plomb*) die Scheitellinie an. Ausnahmen hiervon wegen der Gravitation gegen hohe Berge werden in diesem Artikel (S. 714 flgd.) erörtert.

Die „Scheitellinie" ist der gemeinschaftliche Durchschnitt aller Scheitelkreise, und jede durch sie gelegte Ebene (ebene Fläche) heißt eine Scheitelfläche (Verticalebene): dergleichen sind die Mittagsfläche, gleichwie die Ebenen aller übrigen Scheitelkreise, welche sämmtlich auf dem Horizonte lothrecht stehen.

Scheitelpunct und **Scheitelmesser**, s. Zenith und Zenithsector.

Schiefe Aufsteigung, s. Aufsteigung, schiefe.

Schiefe der Ekliptik; Obliquitas ecliptica; *Obliquité de l'écliptique*. Der Winkel, welchen die Ebene der Ekliptik mit der Ebene des Aequators (oder, wenn man sich zunächst auf die erstere bezieht, die — vergl. d. Anmerk. — Ebene des Aequators mit jener) macht, das Complement des Winkels der Rotationsaxe der Erde* mit der Bahnebene ($66^1/_2° + 23^1/_2° = 90°$, wie ich anticipirend bemerke). Die Ekliptik (s. d. A.) ist die Bahn, die von dem Planeten Erde alljährlich um die Sonne beschrieben wird, wogegen der Aequator die Richtung bestimmt, nach welcher die tägliche Umdrehung der Erde um ihre Axe erfolgt. Die Ebene dieser letzteren (des Aequators) fällt aber dabei nicht mit der Ebene der Ekliptik zusammen: beide Ebenen machen vielmehr einen Winkel mit einander; und dieser Winkel** heißt nun eben die „Schiefe der Ekliptik." Dieselbe ist also das Maß der Neigung der (vergl. die Anmerk.) parallelen Ebenen der täglichen Umwälzung (Rotation) gegen die Ebene des jährlichen Umlaufes (Revolution). — Da so viele Erscheinungen am Himmel von diesen beiden vereinigten, unter der gedachten gegenseitigen Neigung der Ebenen der Rotation (des Aequators) und der Revolution (der Ekliptik) vor sich gehenden Bewegungen abhangen, so hat die Größe des betreffenden Winkels (der „Schiefe der Ekliptik") einen ungemeinen Einfluß auf die meisten astronomischen und geographischen Bestimmungen;*** und ich muß daher in ein meh-

* Die neuere Astronomie dehnt den Begriff auch auf die andern Planeten aus; sie nennt (Gruithuisen „Naturgeschichte des gestirnten Himmels." München. 1836. gr. 8. S. 232.) z. B. „Schiefe der Jupitersekliptik" den Winkel, welchen der Aequator des Jupiter mit der Ebene der Bahn des Jupiter um die Sonne macht; und wir sind (vergl. namentlich auch den Art. Jupiter, S. 831) diesem Beispiele durchgängig gefolgt.

* Man nehme eine (Kreis-) Scheibe, durch deren Mittelpunct ein auf ihr senkrechter Stab geht, welcher die Rotationsaxe der Erdkugel vorstellen soll, so gibt die Scheibe die Ebene des Erdäquators ab. Jene Axe neige man gegen den Rand einer runden Tischplatte als Ebene der Ekliptik (Bahn der Erde um die Sonne) unter dem obigen Winkel der $66^1/_2°$, so macht die Aequators-Ebene mit letzterer Ebene (der Ekliptik) den Ergänzungs-Winkel von $23^1/_2°$; und dieser Winkel beider Ebenen mit einander ist, wie gesagt, die „Schiefe der Ekliptik." Führt man jetzt die Axe in unveränderter Richtung (sie sich selbst parallel erhaltend) um den ganzen Tischrand, und versetzt zugleich die Scheibe in (rotirende) drehende Bewegung, so hat man die vereinigte tägliche und jährliche Erdbewegung, und sieht augenscheinlich, daß dabei der Winkel der Schiefe immer derselbe bleibt. — Dieß Gleichniß wird die Sache für weniger geübte Leser zunächst unter dem eigentlichen Gesichtspuncte, der Bewegung der Erde am besten aufhellen; nun werde ich aber sogleich eine nicht umlaufende, vielmehr von der Sonne umlaufene Erde annehmen, und durch diese Annahme die Vorstellung noch mehr erleichtern können.

** Ich erinnere daran, daß die „Schiefe der Ekliptik" den Wechsel der Jahreszeiten, die Tag- und Nachtlängen u. s. w. als die für uns allerwichtigsten

reres Detail über den Gegenstand eingehen.

Nachdem wir aber solchergestalt nun erst den Ursprung der „Schiefe“ aus dem Nichtzusammenfallen der Rotations- und der Revolutions-Ebene eingesehen haben, so will ich jetzt, wie wir so oft gethan haben, und wie wir wissen, daß es für das Resultat gleichgültig ist, zur (vergl. d. Anmerk., noch mehreren) Erleichterung der Vorstellung vielmehr die Erde als von der Sonne umlaufen und also als ihrerseits den Mittelpunct der Bewegung behauptend, annehmen. Unter dieser Voraussetzung kann man sich sodann die zum Gleichnisse gewählte Tischplatte dagegen als die erweiterte Erdäquators-* Ebene vorstellen, gegen welche also die Sonne den „schiefen Kreis“ der Ekliptik (vgl. d. Art. gleich Eingangs) durchläuft, so daß die Ebene derselben (der Ekliptik) sich demnach im Mittelpuncte der Erdkugel mit jener Aequators-Ebene unter dem Winkel der Schiefe schneidet. Nach den Regeln der Sphärik (s. d. A.) wird aber ein solcher Winkel zweier größten Kreise, wie hier des Aequators und der Ekliptik, miteinander, d. h. der obige Durchschnitts- (Neigungs-) Winkel ihrer Ebenen, durch den Bogen eines dritten größten Kreises gemessen, welcher sie beide da, wo sie am weitesten von einander abstehen, also 90° von ihren gemeinschaftlichen Durchschnittspuncten, trifft. Nun sind die Durchschnittspuncte des Aequators mit der Ekliptik die Nachtgleichen (s. Aequinoctialpuncte)**; und 90° von denselben finden sich in der Ekliptik die Solstitialpuncte (Sonnenwenden, s. auch diesen Art.), bei welchen demnach jener größte Abstand Statt hat. Zieht man aber durch einen solchen Solstitialpunct den geforderten dritten größten Kreis auf den Aequator senkrecht, also durch dessen beide Pole, so bildet er (der Kolur der Sonnenwenden) zugleich einen Abweichungskreis (vgl. wieder diesen Art.); und derjenige Bogen desselben, welcher zwischen dem Aequator und dem Solstitialpuncte enthalten ist, gibt die Abweichung der Sonne eben für die Zeit, da sich dieses Gestirn in der Sonnenwende befindet. Hieraus folgt der Satz: die Abweichung der Sonne in den Sonnenwenden ist das Maß der Schiefe der Ekliptik;* und dieser Satz soll uns nun zur genaueren Bestimmung der Schiefe, welche ich oben, anticipirend, nur beiläufig zu etwann 23½° angegeben habe, verhelfen.

Man nimmt nämlich dazu um jene Zeit der Sonnenwenden, wo sich die Abweichung selbst mehrere Tage hindurch kaum merklich ändert, und zwar am liebsten in unserem Sommer** (an unserem längsten Tage) die Mittagshöhe der Sonne (ihre Erhebung über dem Horizonte), und zieht davon die Aequa-

astronomischen und geographischen Vorgänge bedingt.

* Statt daß wir sie Eingangs beim Bezuge auf den Erdlauf um die Sonne als Ebene der Ekliptik hatten ansehen müssen.

** Ich bitte die Leser, sich nochmals an die zum Gleichnisse gewählte und jetzt also die erweiterte Ebene des Erd-Aequators vorstellende runde Tischplatte zu stellen, welche also von der Ebene der Ekliptik in ihrem Mittelpuncte (nach einem ihrer Durchmesser) geschnitten wird; so fallen die äußersten Durchschnittspuncte (die Durchschnittspuncte der Kreise des Aequators und der Ekliptik) in den Rand der Tischplatte, und sind die „Nachtgleichen-Puncte.“

* Ich führe die Leser nochmals an den runden Tisch, als nunmehrige Aequators-Ebene, mit welcher sich die Ekliptik unter dem Winkel der Schiefe in den Aequinoctialpuncten schneidet. 90° von den letzteren liegen die Sonnenwenden, wo die Sonne den größten Abstand von dem Aequator (von seiner Ebene, von der Tischplatte) erreicht, woraus also sogleich folgt, daß das Maß dieses größten Abstandes (der Abweichung der Sonne in den Solstitialpuncten) zugleich das Maß der „Schiefe der Ekliptik“ ist.

** Man zieht die Beobachtung in dieser Sommersonnenwende der Wintersonnenwende vor, weil die Mittagshöhe der Sonne um jene erstere Zeit so viel größer und die Messung daher so viel sicherer ist.

torshöhe (die Erhebung des Aequators über dem Horizonte)* des Beobachtungsortes ab; der Rest ist offenbar die Abweichung der Sonne (ihr Abstand vom Aequator) in der Sonnenwende, also, wie oben, die Schiefe.**

Hierbei wird aber, wie man sieht, die Kenntniß der Aequatorshöhe des Beobachtungsortes vorausgesetzt; kennt man diese dagegen nicht, so mißt man die Mittagshöhe der Sonne im Sommer- und im Wintersolstitium, und zieht die letztere (kleinere) von der ersteren ab; die halbe Differenz gibt dann ebenfalls die „Schiefe der Ekliptik." Denn es war (vergl. d. Anmerk.)

im Sommersolstitium . . die Mittagshöhe = Aequatorshöhe + Schiefe,
sie ist, wie man gleich einsieht,
im Wintersolstitium = ... Aequatorshöhe − Schiefe,
also findet sich die Differenz beider Mittagshöhen*** = . . 2 Mal Schiefe,

oder die Schiefe, wie ich sage, = der halben Differenz der beiden Mittagshöhen. Und dieses letztere Verfahren gewährt außerdem den Vortheil, zugleich die Aequatorshöhe selbst anzugeben, indem man, wie der bloße Anblick des obigen Ausdruckes lehrt, Behufs ihrer Bestimmung, die nun gefundene Schiefe im Sommersolstitium sodann nur von der Mittagshöhe zu subtrahiren, und dagegen im Wintersolstitium zu derselben zu addiren hat, oder auch gleich bloß die halbe Summe beider Mittagshöhen nehmen kann.

Exempel. Man fand 1830 zu Wien folgende Solstitialhöhen der Sonne:

am 21sten Juni (Sommersolstitialtage, vergl. Sonnenwenden)	65° 14′ 52″,
am 21sten Decbr. (Wintersolstitialtage)	18° 19′ 56″,
Differenz .	46° 54′ 56″,
davon die Hälfte	23° 27′ 28″,

also die „Schiefe der Ekliptik" für (vergl. gleich unten) die gedachte Zeit abgibt. Dieselbe hiernächst von der Sommersolstitialhöhe . 65° 14′ 52″
subtrahirt . . . . . 23° 27′ 28″
Differenz . 41° 47′ 24″,
oder zur Wintersolstitialhöhe . . . . . 18° 19′ 56″
addirt . . . . . 23° 27′ 28″
Summe . 41° 47′ 24″
ist = der Sommer-Mittagshöhe . . . . . 65° 14′ 52″,
+ der Winter-Mittagshöhe . . . . . 18° 19′ 56″,
Summe . 83° 34′ 48″,
dividirt durch 2 . . . . . 41° 47′ 24″
= der Aequatorshöhe von Wien, deren Complement 48° 12′ 36″, demnach die Polhöhe Wiens ausmacht.

Nach Plinius (H. n. II. 8.) hat zuerst Anaximander (uns schon bekannter Griechischer Astronom um 500 vor Christus) die Schiefe der Ekliptik gefunden („obliquitatem signiferi intellexisse, hoc est, rerum fores aperuisse traditur primus Anaximander Milesius, olympiade LVIII). Die berühmteste Beobachtung derselben aus dem Alterthume ist aber die von Pytheas, einem zu Ma-

* Dieser „Horizont," wenn man bei unserer versinnlichenden Tischplatte, als Aequatorsebene, bleiben will, ist derselben bald hinzugedacht.

** Die Mittagshöhe der Sonne ist also in diesem Falle des Sommersolstitiums = der Aequatorshöhe + der Schiefe (der Abweichung), dagegen im Wintersolstit = der Aequatorshöhe − der Schiefe. Ich mache gleich Anwendung hiervon.

*** Indem ich nämlich von der (Aequatorshöhe + Schiefe) sodann die (Aequatorshöhe − Schiefe) abziehe, kommt 2 Mal Schiefe, denn + Aequatorshöhe hebt sich gegen − Aequatorshöhe auf.

silien, dem heutigen Marseille, im 3ten Jahrhunderte vor Christus wirksam gewesenen Astronomen, deren Strabo im zweiten Buche der Geogr. erwähnt. Es wird dort angeführt, „Pytheas habe am Tage der Sommersonnenwende, eben zu Massilien, das Verhältniß der Höhe seines Gnomons zur Länge des von demselben geworfenen Schattens (vgl. d. A.) genau* so groß als zu Byzanz (Constantinopel) gefunden, allwo am längsten Tage das Verhältniß jener Höhe zu dieser Länge = 120 : $41^9/_5$ = 600 : 209 sey. Daraus folgt, nach dem im citirten Artikel dargestellten Principe, die Tangente der Sonnenhöhe = $^{600}/_{209}$ = 2,87086, welcher ein Winkel von . . . . . 70° 47′ 41″ entspricht; und dieß war also die damalige scheinbare Sonnenhöhe zu Marseille am längsten Tage. Vermindert man dieselbe (l. c.) wegen Refraction und Parallaxe um 17″, und wegen des Halbmessers der Sonne um 15′ 49″, also zusammen um . . . . „ 16′ 6″,

so bleiben für die wahre Höhe des Sonnenmittelpunctes . . . . . 70° 31′ 35″, wovon die Aequatorshöhe** von Marseille mit . . . . . 46° 42′ 12″ abgezogen, für die „damalige“ Schiefe . . . 23° 49′ 23″

* Dieß würde demnach eine vollkommene Gleichheit der geogr. Breite beider Städte voraussetzen; ich finde aber die nördliche Breite von Marseille = 43° 17′ 50″, und von Constantinopel 41° 1′ . also einen Unterschied von 2° 16′ 50″. Strabo's Angabe ist also in soferu nicht genau; und die obige Rechnung bezieht sich wirklich nur auf Pytheas unmittelbare Messung zu Marseille.

** Die obige (nördliche) Breite von Marseille . . . . . 43° 17′ 50″ läßt für die „Aequatorshöhe“ in der That das Complement . . . 46° 42′ 12″

Summe . 90° „ 2″.

läßt. Gassendi, der uns mehrfach bekannt gewordene Französische Astronom des 17ten Jahrhunderts, hat („De proportione gnomonis ad umbram Solstitialem“ in Opp. IV.) diese Betrachtung des Pytheas einer ausführlichen Berechnung unterzogen, woraus das Obige entnommen ist.

Ptolemäus in seinem Almagest dagegen behält im Allgemeinen die dießfallsige Bestimmung des Eratosthenes (s. d. Art. Erde, S. 353) bei, wonach der gegenseitige Abstand der beiden Wendekreise, d. h. also das Doppelte der „Schiefe,“ $^{11}/_{83}$ des Meridians = 47° 42′ 39″ *, und mithin die „Schiefe“ selbst $\left(\frac{47° 42′ 39″}{2} =\right)$ 23° 51′ 20″ betrug.

Neuere Beobachtungen geben dieselbe nach der Ordnung ihres Alters übereinstimmend** kleiner***:

Jahre:	Beobachter:	Schiefe:
v. Chr. 360	Pytheas	23° 49′ 23″
250	Eratosthenes	23 51 20
n. Chr. 1540	Copernikus	23 28 8
1800 (1. Jan.)	Delambre	23 27 57
1830 (s. oben)	Littrow	23 27 28.

Der Grund dieser noch bis jetzt fortdauernden Abnahme der Schiefe muß aber in einer, schon in den Art. Knoten, S. 920, und Perturbationen angedeuteten, perturbirenden Gesammtwirkung der übrigen Planeten**** auf den Mitplaneten Erde

* $^{11}/_{83}$. 360° = beiläufig $47^2/_3$°, genauer = den obigen 47° 42′ 39″.

** Wenigstens dürfen Abweichungen hiervon nur auf Beobachtungsfehler geschoben werden.

*** Da diese „Abnahme der Schiefe,“ wie wir gleich näher sehen werden, von einer mehreren Annäherung der Ebene des Aequators an die Ebene der Ekliptik herrührt, so mußte sie sich bei der Beobachtung aus den verminderten Solstitialhöhen der Sonne ergeben: die in der letzteren Ebene stehende Sonne entfernte sich, jener Annäherung gemäß, immer weniger weit nördlich und südlich vom Aequator.

**** Ich bevorworte gleich, daß diese planetarische „Säcular“-Perturbation des

gesucht werden, wodurch der Aequator der Erde (seine Ebene) zu einer Annäherung an die Ebene der Ekliptik sollicitirt wird; gegenwärtig ist die Lage der Knoten jener übrigen Planetenbahnen gegen die Erdbahn (Ekliptik), davon dieser Erfolg abhängt, fortwährend eine solche, welche die Annäherung der Aequatorsebene an die Ebene der Ekliptik, also eine stete Abnahme ihres gegenseitigen Abstandes (die in Rede stehende Abnahme der „Schiefe") begünstiget; nach einer längeren Zeit wird sich die Abnahme jedoch wieder in eine Zunahme der Schiefe der Ekliptik* verwandeln, und es wird diesergestalt auch dafür nur ein solches (vergl. unten) Hin- und Herschwanken zwischen unüberſteiglichen äußersten Grenzen Statt finden, wie ich ein solches im Art. Himmelsmechanik (S. 777) für die übrigen Störungen von langer Dauer nachgewiesen habe, und wie dasselbe auf der Absicht des Schöpfers, die ewige Dauer seiner Schöpfung zu sichern, als auf das höchste Princip basirt ist. Noch ist in diesem Bezuge nur zu bemerken, daß nach der bloßen Theorie (vergl. die *„Mécanique celeste"* an den unten citirten Stellen) die durch die betrachtete planetarische Säcularstörung verursachte „Abnahme der Schiefe" im laufenden Jahrhunderte alljährlich nahe 1/2 Secunde beträgt.

Dieß scheint mit den obigen Beobachtungen, welche die Schiefe für 1800 = ... 23° 27′ 57″, für 1830 = ... 23° 27′ 28″, und also für 30 Jahre eine Abnahme von schon „ „ 29″, und demnach jährlich von 1 ganzen Secunde geben, nicht zu stimmen; allein man muß dabei ermessen, daß jene theoretische Bestimmung nur die planetarische Perturbation betrachtet, wogegen sich mit letzterer bei der Beobachtung diejenige periodische Aenderung der Schiefe vermischt,* auf welche ich schon in der Anmerkung hingewiesen habe und zu deren bevorworteter näheren Betrachtung ich nun übergehe.

Der Erdkörper ist nämlich (vergl. Abplattung) nicht von reiner Kugelgestalt: er ist ein in seiner Aequatorsebene gleichsam mit einem Wulste mehrerer Materie umgebenes Sphäroid; und auf diesen „Wulst" wirken die vereinigten Anziehungen (namentlich) des Mondes, gleichwie der Sonne, besonders nach Maßgabe der Lage der Bahnknoten jenes ersteren Gestirns, dergestalt, daß dadurch (nicht nur das auch hiervon abhängige „Vorrücken der Nachtgleichen" verursacht, sondern auch) der „Wulst" (die Aequatorsebene) 9 Jahre hindurch der Ebene der Ekliptik näher gedrängt, in den folgenden 9 Jahren aber wieder davon abgerückt (also die „Schiefe" eben so lange erst vermindert und dann vergrößert) wird.** Der mittlere

Erdkörpers überhaupt von der periodischen Aenderung der Schiefe der Ekliptik unterschieden werden muß, welche durch die Wirkung von Sonne und Mond auf seine specielle sphäroidische Gestalt hervorgebracht wird, und auf welche ich erst unten komme.

* Littrow (der verewigte Wiener Astronom: „Populäre Astronomie." Wien. 1825. 2 B. gr. 8. I. 397) berechnet, daß die Schiefe im Jahre 30000 vor Christus ihr Maximum von 27° 31′ gehabt, dann eine Abnahme, dann wieder eine Zunahme erfahren habe, und im Jahre 6600 nach Christus ihr Minimum von 22° 54′ erreichen werde, wonächst neuerdings eine Zunahme eintritt. — Leser, welche diese tiefsinnige Untersuchung selbst weiter verfolgen wollen, muß ich auf die „Mécanique celeste." II. 320 flgd. und III. 158 flgd. verweisen; ich kann mich, im Plane meines Werkes, natürlich nicht weiter darauf einlassen.

* Von der Fehlermöglichkeit bei einer die Strenge von Secunden erheischenden Beobachtung ist dabei noch abgesehen.

** Wäre der Erdkörper genau sphärisch, so würden Mond und Sonne (nicht nur keinen Rückgang der Aequinoctialpuncte, wie ich denselben darum im Texte mit erwähne, sondern) auch nicht die obige periodische Veränderung in der „Schiefe der Ekliptik" hervorbringen; und wir würden dann darin nur diejenige säculare Perturbation wahrnehmen, welche ich eben als planeta-

Werth (m) der Schiefe kann durch diesen periodischen Einfluß erst um 9″ kleiner und dann um 9″ größer werden (aus diesem Grunde die Grenzwerthe m — 9″ und m + 9″ erhalten), demgemäß der ganze Unterschied (m + 9″ — [m — 9″] =) 18″ beträgt. — In ein weiteres Detail über diesen Einfluß der Anziehungen von Mond und Sonne auf das Erdsphäroid kann ich jedoch erst in dem schon citirten Art. Vorrücken der Nachtgleichen und in dem damit verwandten Wanken der Erdaxe (Nutation) eingehen, wohin ich demnach ausdrücklich verweise.

Um die nachgewiesene Größe der „Schiefe der Ekliptik“ stehen also, dem Begriffe gemäß, die Wendekreise vom Aequator und die Pole der Ekliptik (gleichwie die durch dieselben gehenden Polarkreise) von den Polen des Aequators ab, indem sich die Axen größter Kreise unter eben den Winkeln wie diese Kreise selbst gegen einander neigen; und je mehr die Schiefe abnimmt, um so mehr nähern sich demzufolge die Wendekreise dem Aequator, und die Polarkreise den Polen, d. h. um so mehr verengen sich die heiße und die beiden kalten Zonen, wogegen sich die gemäßigten in demselben Verhältnisse ausdehnen. Könnte eine solche Abnahme der Schiefe bis auf 0 Statt finden, so daß ein Zusammenfallen der Ebenen des Aequators und der Ekliptik einträte und die Rotationsaxe des Planeten damit auf der Bahnebene senkrecht stände, so würde sich die gemäßigte Zone (wie wir diesen Fall für den Planeten Jupiter, S. 831, nachgewiesen haben) alsdann über die ganze Erdoberfläche verbreiten, und es würde auf ihr eine durchgängige stete Gleichheit von Tag und Nacht, und ein steter Frühling (oder Herbst) herrschen. Herodot (meine gelehrteren Leser werden sich die bestimmtere Stelle schon selbst aufsuchen)* gedenkt dagegen einer Tradition der Egypter, der zu Folge die Ekliptik einstmals vielmehr sogar senkrecht auf der Ebene des Aequators gestanden habe; allein unser vorn (und deßwegen mit der Bevorwortung „vergl. unten“) ausgeführter astronomischer Beweis des bloßen Hin- und Herschwankens der Schiefe zwischen unübersteiglichen Grenzen scheint dawider zu sprechen. — Mit dieser interessanten Gegeneinanderstellung astronomischer Gründe und historischer Behauptungen beschließe ich übrigens, da die literarischen Notizen schon im Laufe des Vortrages selbst beigebracht sind, diesen wichtigen Artikel.

Schifffahrtskunde;* Tractatus de navigatione, Rerum nauticarum scientia; *Traité de navigation.* Die Kunst der Schiffsleitung. Dazu gehört, außer der nächsten technischen Kenntniß der Schiffsregierung durch Ruder, Segel ꝛc., besonders auch die Kenntniß der Gestirne und der Anwendung davon zur Orts- und Wegbestimmung auf dem sonst spurlosen Ocean, und unter diesem Gesichtspuncte muß die Schifffahrtskunde allerdings als eine Dependenz der Astronomie, und zwar als ihre wichtigste** Ausübung betrachtet werden.

Freilich würde sie aber bei consequenter Verfolgung unter diesem Gesichtspuncte neben manchen andern bezüglichen, zum Theile sogar zunächst beizubringenden Auseinandersetzungen, eigent-

rischen Einfluß auf den Mitplaneten Erde, und ganz abgesehen von dessen specieller sphäroidischer Gestalt nachgewiesen habe.

* Ich finde sie nachträglich in Bailly's „Histoire de l'astronomie ancienne“ citirt. „Euterpe“ (II). 142.

* Ich könnte selbst sagen: Steuermannskunst; denn wenn man der „Schifffahrtskunde“ auch einen weiteren Kreis von Kenntnissen anweisen wollte, so sollte der vollkommene Steuermann doch nicht weniger mit allen diesen Kenntnissen vertraut seyn. — Daher werde ich im späteren Artikel „Steuermannskunst,“ ohne weitere Distinction, auch schlechterdings nur hierher zurück verweisen.

** Also habe ich auch die „Schifffahrtskunde,“ neben der Regulirung des Kalenders, an mehreren Orten unseres „astronomischen“ Werkes bezeichnet; die höchste praktische Wichtigkeit bewährt die Astronomie in der That gerade nur in diesen beiden Anwendungen.

lich und besonders einen vollständigen Cursus wenigstens der sphärischen und außerdem viele Sätze der theorischen „Astronomie“ (vergl. d. Art. S. 58) erheischen.

In dieser Ausführlichkeit kann ich sie natürlich um so weniger betrachten, als sich die einzelnen Puncte, welche dabei zur Sprache kommen müßten, auch bereits in eben so viel einzelnen Artikeln unseres Werkes behandelt finden. Ich bevorworte daher, hier gleichsam nur eine Disposition der „Schifffahrtskunde“ aufzustellen, und wegen des betreffenden Details immer auf diejenigen speciellen Vorträge zu verweisen, in welchen sich dieses entsprechende Detail abgehandelt findet. Solchergestalt wird man mindestens eine allgemeine Uebersicht erlangen, welche hiernächst jeder Leser, gemäß seinem individuellen Verlangen, nach Anleitung jener Nachweisungen selbst vervollständigen kann.

Der erste und wichtigste Gegenstand, auf welchen ich bei Verfolgung dieses Vortragsplanes in der gewöhnlich angenommenen Ordnung, also andeutungsweise kommen muß, ist aber die Magnet- oder Compaßnadel, deren allgemeine Richtung nach Norden und Süden meinen Lesern hinreichend bekannt ist, um daraus die ganze Wichtigkeit für Bestimmung des Schiffsweges abzunehmen. Das Nähere darüber findet sich im Art. Compaß, wo (S. 195) vorzüglich die auf Kenntniß des Sonnenlaufes begründete Methode gelehrt wird, um jedesmal die nach Ort und Zeit verschiedenen Abweichungen („Mißweisungen“) einer solchen Nadel von der strengen Meridianrichtung zu ermitteln, und jenen Schiffsweg danach genauer zu reguliren.

Mit dieser, solchergestalt die Richtung seines Seeweges wenigstens beiläufig (denn ich bringe unten strengere Verfahrungsarten bei) anweisenden Compaßnadel verbindet der Schiffer sodann zur Bestimmung der Länge des zurückgelegten Schiffsweges die Logleine, das „Log,“ deren ohnedieß leicht einzusehenden Gebrauch man aus letzterem, gleichwie aus dem verwandten Art. Schiffsrechnung, noch genauer kennen lernen kann.

Ist ihm aber solchergestalt, außer der Lage des Ortes seiner Abreise, die inne gehaltene Richtung (der befolgte Windstrich) nach dem „Compasse,“ und die Länge des zurückgelegten Weges nach dem „Log“ bekannt, so kann er diesen Weg nunmehr auf einer sogenannten „Seecharte“ verzeichnen, deren eigenthümliche Construction die Zeichnung erleichtert, wie sich alles Erforderliche darüber in dem Art. Landcharte, S. 38 flgd., findet. Zugleich müssen dem Schiffer aber, z. B. Behufs der Erleichterung seines Einlaufens in einen bestimmten Hafen, die Eintritte von Ebbe und Fluth an den betreffenden Küsten, in Verbindung mit der ganzen Theorie dieses Vorganges, genau bekannt seyn, von welcher Nothwendigkeit sich der Leser durch Vergleichung des ausführlichen Vortrages unseres Werkes darüber noch näher überzeugen kann.

Alle diese Ermittlungen setzen, wie das Eingehen in die citirten speciellen Hülfs-Artikel lehrt, bereits mehr oder minder astronomische (gleichwie nicht weniger geographische, namentlich mathematisch-geographische) Kenntnisse voraus; noch mehr aber tritt das Bedürfniß solcher astronomischen Kenntnisse hervor, wenn hiernächst von Bestimmung der Länge (zur See) und Breite (Polhöhe) des Schiffes die Rede ist. Die oben mit Verweisung wegen genauerer Methoden hierher gegebene Anleitung zur Verzeichnung des Schiffsweges und der darauf begründeten Schätzung des erreichten Punctes in offener See können, wie man gleich einsieht, doch nur für kurze Strecken der Fahrt dienen, und der Seefahrer ist also fast immer genöthigt, den Ort des Schiffes auf dem sonst (wie ich mich Eingangs ausdrücke) „spurlosen Ocean“ unmittelbar nach Länge und Breite zu bestimmen, welches ohne genaue Gestirnkenntniß ganz unmöglich ist. Belehrung hierüber ertheilen aber die eben genannten Artikel unseres Werkes; und namentlich bin ich über die schwierigste der hierbei vorkommenden Aufgaben im Artikel Länge zur See so ausführlich gewesen, als dieß der Plan meines Werkes irgend gestattet.

Von den, dem Seefahrer dazu vorzugsweise nothwendig werdenden Instru-

menten: dem Chronometer und dem Spiegel-Quadranten, endlich ist auch in besondern Vorträgen nicht weniger ausführlich die Rede; — und ich darf also diesen bloßen Abriß der Hauptmomente der „Schifffahrtskunde," unter der dabei vorausgesetzten Vergleichung der citirten Einzel-Artikel selbst, in der bevorworteten Weise hiermit als vollendet betrachten. Diejenigen Leser jedoch, denen auch das Resultat einer solchen Vergleichung noch nicht genügen sollte, muß ich freilich auf die besonderen Lehrbücher unserer astronomischen Disciplin der „Schifffahrtskunde" verweisen, von denen ich unter den deutschen Werken Rümker's (des Hamburger Astronomen) „Handbuch der Schifffahrtskunde." 4te Aufl. Hamb. 1844. gr. 8. den ersten Platz anweise. In Frankreich dagegen wird noch immer Bézout's „Traité de navigation." Paris. 1793. 8., und zwar vorzüglich wegen der schönen Klarheit der Darstellung mit Rechte sehr hoch gehalten, womit man, was namentlich die historischen Notizen betrifft, Lalandes* „Abrégé de navigation, *historique*, théorique et pratique." Paris. 1793. 4. verbinden kann. — An älteren Werken nenne ich außerdem schließlich noch: Röhl's „Anweisung zur Steuermannskunst." Greifswalde. 1778. 8. und Bouguer's „Traité de navigation, revu et abrégé par *de la Caille*. Paris. 1760. 8.

Schiffsrechnung; Calculus navigatorius; *Estime*. Ich habe im Artikel Log ein numerisches Beispiel der Ableitung des Schiffsortes auf der See aus (auf der Seecharte) der bis dahin befolgten, vermittelst des Compasses bestimmten Windrichtung, und der, bloß nach der Logleine abgeschätzten Länge des zurückgelegten Schiffsweges versprochen und auch noch im vorangehenden Vortrage über „Schifffahrtskunde" zur Vervollständigung darauf verwiesen; hier ist deßhalb ein solches Beispiel:

Ein Seefahrer hat, von dem seiner Lage nach bekannten Hafen A (Fig. 6. der Tafel XIV.) aus segelnd, nach dem Log 32 Seemeilen* in einer also durch den Compaß bestimmten (unveränderten) Windrichtung AB, parallel der Geraden GF, welche Nord-Nord-Ost bezeichnen soll, zurückgelegt; er will wissen, wie viel dieß, nord- und ostwärts gerechnet, ausmache, d. h. wie groß der Unterschied der Lage des erreichten Punctes B gegen den verlassenen Hafen A in geographischer Breite und Länge, nach Seemeilen

* Wie oft der Name Lalande in unserem Werke auch schon citirt worden ist, so habe ich biographische Notizen über diesen Astronomen doch noch nicht beibringen wollen, da es mir schmerzlich vorkam, dabei anführen zu müssen, daß er, neben großen Verdiensten um unsere Wissenschaft, den ärgerlichsten Atheismus zur Schau trug. Indeß mag jetzt hier ganz kürzlich stehen, daß Jérome Lalande 1732 zu Bourg en Bresse geboren und 1807 als Director der Pariser Sternwarte gestorben ist. Von seinen wirklich unzähligen astronomischen Schriften habe ich seine „Astronomie." (3te Aufl. Paris. 1792. 3 B. 4.; ich citire, wie so oft bevorwortet worden, die mir geläufigere zweite Ausg.) für uns vielfach genützt. Der oben erwähnte „Abrégé de navigation" ist nicht weniger eine ausgezeichnete Arbeit.

* Eine „See- (nautische, auch italienische) Meile wird, wie ich auf diese Veranlassung bemerken kann, einer Erdminute, dem 60sten Theile eines Meridiangrades, gleich gesetzt und gewöhnlich zu 5704 Pariser Fuß angenommen, wonach auf einen solchen Grad (60 . 5704 =) 342240 Pariser Fuß = 57040 Toisen (zu 6 Pariser Fuß) kämen, und 4 solche Seemeilen nur nahe 1 geographische Meile ausmachten. Denn wir haben die letztere, als 15ten Theil des Meridiangrades (Erde, S. 362) = 22869 Pariser Fuß ermittelt, wogegen 4 . 5704 nicht mehr als 22816 (Differenz = 53) geben. Andere Geographen setzen die „Seemeile" deßhalb auch = 5711 Pariser Fuß, wodurch sich jene Differenz gegen die Bestimmungen l. c. doch wenigstens auf 25 Par. F. ermäßiget findet. Der Grund dieses Mangels an vollkommenster Uebereinstimmung ist übrigens ebenfalls im citirten Art. Erde hinreichend aufgeklärt.

gerechnet, sey? er will diese Lage des Punctes B solchergestalt auf seiner Seecharte finden und bezeichnen können.

Zu diesem Zwecke denkt er sich durch die beiden Puncte A und B (letzteren also, als seiner Lage nach ebenfalls schon bekannt voraussetzend) die beiden Geraden AC und CB, die erstere der Richtung Süden-Norden SN, die andere der Richtung Westen-Osten WO parallel, und welche beiden Geraden also bei C einen rechten Winkel bilden. In dem solchergestalt entstehenden rechtwinkligen Triangel ACB sind ihm demgemäß, außer diesem rechten Winkel, der Winkel CAB = NDF = der Abweichung der verfolgten Richtung Nord-Nord-Ost vom Meridian = 22° 30′, und die Seite AB = 32 Seemeilen, bekannt; und er hat demgemäß

R : sin 22° 30′ = 32 : CB,

Log sin 22° 30′ . . .	9,5828397
Log 32	1,5051500
	11,0879897
Log R	10
Log CB	1,0879897,

wozu die Zahl 12,25 = 12¼ (Seemeilen) gehört. Eben so findet der Schiffer hiernächst AC = 29,56; und er weiß also nun, daß der Punct B von A genau 29,56 Seemeilen nördlich (in geographischer Breite) und 12,25 solche Meilen östlich (in geographischer Länge) liegt, wonach er denselben, wie der bloße weitere Anblick der Figur zeigt, demnach verlangtermaßen auf der Charte bemerken kann.

Dieß eine Beispiel wird hinreichen, um von der Praxis den zur Vervollständigung beabsichtigten Begriff zu geben; man sieht aber zugleich, daß diese Methode bei der natürlichen Unsicherheit der Messungen durch die „Logleine" keine besondere Genauigkeit gewähren kann, und auch nur auf geringe Entfernungen Anwendung findet, daher die unmittelbaren Bestimmungen der Länge zur See und der geographischen Breite des Schiffsortes, wie ich sie im vorangehenden Art. Schifffahrtskunde andeute, dadurch also nicht überflüssig gemacht werden. — Mit dieser nothwendigen Bemerkung beschließe ich den Vortrag über "Schiffsrechnung."

Schnee; Nix; *Neige*; — und **Schneegrenze**; Linea nivis; *Ligne de neige*. Ich erwähne des, sonst in die specielle irdische Meteorologie gehörigen „Schnees" hier nur, um im astronomischen Bezuge auf den Art. Mars, S. 77 flgd., zu verweisen, für welchen Planeten wir l. c. einen, unserem Schnee wenigstens höchst ähnlichen Winter-Niederschlag und ebenfalls eine „Schneegrenze" mehr als wahrscheinlich gemacht haben.

Schrauben-Mikrometer, s. Mikrometer, S. 118.

Schuh, Fuß (welcher letztere Ausdruck durch ein Versehen in seiner alphabetarischen Folge übergangen ist); Pes; *Pied*. Der „Schuh" oder „Fuß" ist das zur Messung gerader Linien * gewöhnlich angenommene Maß. Dieses Maß soll eigentlich die Länge eines im vollkommensten Verhältnisse gebildeten Manns„fußes" seyn, daher das Wort; die Unbestimmtheit hierin macht aber, daß die Fuß- (Schuh-) Maße an den verschiedenen Orten meistens auch verschieden sind. In der Astronomie wendet man (vgl. Maß) fast immer nur den Pariser (oder königlichen) Fuß (Pes Parisinus; *Pied du Roi*), und die 6 solcher Pariser Fußen gleich gerechnete Toise, seltener den Rheinländischen Fuß an; jener Pariser Fuß ist der größte von allen, und daher zur Vergleichung der bequemste. Man theilt ihn bekanntlich in 12 Zoll (digitos, pollices; *pouces*) und in 144 Linien (lineas; *lignes*). Der „Rheinländische" Fuß hält dagegen nur 139,18 ** solcher Pariser Linien, und die oben zu 6 Pariser Fuß, also zu (6 . 144 =) 864 Pariser Linien angegebene Toise hat dagegen in

* Wir haben denselben (z. B. Erde, S. 362) jedoch nicht weniger als Ausdruck für lineares Bogenmaß gebraucht.

** Bei älteren Schriftstellern, z. B. bei Gehler, finde ich statt der obigen 139,18 nur 139,13. Letztere Größe ist auch von mir noch im Vortrage über Pendel, S. 284, angewendet worden.

Rheinländischem Maße, wonach auch zuweilen gefragt wird, 893 (Rheinländische) Linien = 6 Fuß 2 Zoll 5 Linien* (6′ 2″ 5‴ Rheinländisch). — Weiteres Detail unter unserem astronomischen Gesichtspuncte in den Art. Maß und Meile, denen ich nur noch hinzuzufügen habe, daß von den Schuh- („Fuß-") Maßen der alten Astronomen am erschöpfendsten handelt eine Schrift von Eisenschmid: „De ponderibus et mensuris." Argent. 1708. 8.

Schwanken der Erdaxe, s. Wanken der Erdaxe.

Schwanken des Mondes („Libration," auch besonderer Artikel), s. Mond, S. 154.

Schwere, allgemeine, s. Gravitation (gleichwie die Anmerkung gleich unten).

Schwere der Erdkörper; Gravitas corporum terrestrium; *Gravité des corps terrestres.* Diesen Namen führt das Bestreben aller Körper auf der Oberfläche der Erde,** nach Richtungen zu fallen, welche mit der ebenen Oberfläche des stillstehenden Wassers rechte

* Der Pariser („Schuh") Fuß hat 144 Pariser Linien, der Rheinländische Fuß 139,18 Pariser Linien, Unterschied auf 4 Fuß 4,82 Pariser Linien, und also auf die Toise 28,92 Pariser = sehr nahe 29 Rheinländischen Linien = 2″ 5‴, wie oben.

** Die Schwere, als Anziehung der Erde auf die dadurch zum Falle gegen sie solicitirten Körper dargestellt, wirkt zwar, ihrer Natur gemäß, mit einer Abnahme, deren Gesetz wir in Gravitation, S. 688 flgd., kennen gelernt haben, auf jede beliebige Ferne hinaus; allein sobald diese Entfernung (vom Erdmittelpuncte) eine, im Verhältnisse zum Halbmesser der Erdkugel (s. hinten) bedeutende Größe erlangt, so wendet man dafür gewöhnlicher den Ausdruck Gravitation an. So hat z. B. (l. c.) die Wirkung der Erdschwere bloß mit jener, der größeren Entfernung angemessenen Abnahme, übrigens aber ganz als nämliche Anziehung nicht weniger bis zum Monde und weiter hin Statt: der Mond fällt (wenn auch nicht so stark, doch sonst) in demselben Sinne gegen die Erde; allein bei der Mond-Entfernung von etwann 60 Erdhalbmessern spricht man gewöhnlicher von der „Gravitation" des Mondes zur Erde. Auch ist das, was ich hier bevorworte, nicht auf den Planeten Erde eingeschränkt, sondern gilt von allen Weltkörpern, namentlich von allen Planeten unseres Systems. Unmittelbar auf der Oberfläche des Jupiter z. B. macht die Schwere (die davon abhängige Anziehung) die dortigen Körper gegen diese Oberfläche (vergl. Fall, S. 418) „fallen;" von den Jupitersmonden aus so viel größerem Abstande sagt man dagegen wieder, „sie gravitiren gegen ihren Hauptplaneten." — Man sieht, die Grundursache ist in beiden Fällen ganz dieselbe; der doppelte Ausdruck wird bloß durch die Nebenbedingung des Unterschiedes der Entfernungen und der daher rührenden größeren oder geringeren Intensität der Anziehung motivirt; — und Newton betrachtet deßhalb die Schwere der Erdkörper mit Rechte auch nur als einen einzelnen Fall des allgemeinen Phänomens der Gravitation.

Zuweilen findet sich dieser Unterschied jedoch genauer so bestimmt, daß man die Grenze der (Kraft der) „Schwere" (im obigen Gegensatze der „Gravitation" der Erde) da annimmt, wo die Körper eben noch gleichzeitig, also in 1 Tage, mit unserem Planeten rotiren würden, welche Grenze dann ohne weitere Erklärung = 6,67 Erdhalbmessern angegeben ist. Dieß soll aber heißen: da der Erdmond in einem Abstande von 60 Erdhalbmessern seinen (periodischen) Umlauf um die Erde binnen etwann 27 Tagen ausführt, so würde ein jene 6,67 Erdhalbmesser von ihr entfernter Körper zu einem solchen Umlaufe gerade den Einen Tag gebrauchen, indem man (beim Bezuge auf den nämlichen Centralkörper) nach der dritten Keplerschen Regel (vergl. d. A.) nahe

$$27^2 : 1^2 = 60^3 : 6{,}67^3$$

hat. — „Aus dieser Entfernung von 6,67 Erdhalbmessern," würde man also bei die-

Winkel machen.* Es ist eine allgemeine Erfahrung, daß überall auf der Erdoberfläche freigelassene Körper zu Boden fallen, daß unterstützte auf ihre Unterlagen drücken, und daß z. B. an Fäden aufgehängte diese Fäden, von denen sie getragen werden, spannen. Untersucht man aber die Richtungen dieses „Fallens," „Drückens," „Spannens" mit Ausschluß aller fremden Einwirkungen (z. B. der störenden Anziehung benachbarter großer Gebirgsmassen, davon im Art. Gravitation, S. 714, die Rede ist), so findet man sie, angegebenermaßen, stets genau lothrecht auf der Horizontal-Ebene (Wasserfläche), so daß man demnach diese lothrechte Richtung des Falles bei der Definition der Schwere** der Körper des Planeten Erde (oder vielmehr aller Gestirne) sicher zu Grunde legen darf.

Wäre die Erde also eine vollkommene und zugleich ganz mit Wasser bedeckte Kugel, so würden alle Fallrichtungen auf ihrer Oberfläche, als überall auf der Wasser- (Kugel-)* Ebene senkrecht, streng in der Kugel Mittelpuncte zusammenlaufen. Da der Erdkörper aber (vergl. Abplattung) vielmehr ein Sphäroid ist, so gehen die Richtungen der Schwere, wie man leicht einsieht, eigentlich nur unter dem Aequator und den Polen genau nach diesem Mittelpuncte; der Unterschied ist aber bei der Geringfügigkeit der Ellipticität so unbedeutend, daß ich ihn hier nur, um einem Scrupel zu begegnen, andeute, und um so weniger gleich weiter darauf eingehe, als uns die Artikel Schwerpunct und Schwungkraft doch in verwandte Untersuchungen verwickeln werden.

Ein Körper, welcher der solchergestalt bedingten Richtung frei folgen kann, fällt nach den Gesetzen, die in Fall der Körper ausführlich nachgewiesen sind. Bei diesem „freien Falle" ist es danach Einerlei, ob der Körper aus mehr oder weniger Theilen besteht,** indem jeder einzelne Theil so geschwind als jeder andere getrieben wird, und mithin das Ganze um Nichts geschwinder, als jeder seiner Theile fällt. Ist der Körper aber dagegen unterstützt, und zeigt sich das Fallbestreben also durch Druck auf die Unterlage, oder überhaupt auf das den Fall verhütende Hinderniß, so ist die Menge der Theile des betreffenden Körpers nicht mehr gleichgültig; denn da dieses Hinderniß dem Falle aller Theile entgegenstehen muß, so findet sich dasselbe natürlich um desto mehr gedrückt, je größer die Anzahl der drückenden (der „schwe-

fer Annahme bestimmter sagen, „fallen die Körper noch zur Erde; aus einer größeren gravitiren sie gegen dieselbe."

* Dieß würde noch einen andern, obwohl auch verwandten Unterschied zwischen „Schwere" und „Gravitation" bedingen; bei der letzteren wirkt nämlich das anziehende Gestirn, eben der größeren Entfernung wegen, auf die gegen dasselbe gravitirenden Körper, gleichsam wie ein schwerer Punct (als wenn seine ganze Materie in seinem Mittelpuncte concentrirt wäre); bei der ersteren dagegen kommt, wie man sieht, die räumliche Ausdehnung des Gestirns, z. B. der Erde, mit Oberfläche in Betracht. — Mehrere andere solche Unterscheidungs-Merkmale zwischen den verschiedenen Formen, unter welchen diese selbige Grundkraft auftritt, im ferneren Laufe des Vortrages.

** Ich will den obigen Merkmalen der „Schwere der Erdkörper," mit Bezug auf den bald folgenden Artikel Schwungkraft, den ich zu vergleichen bitte, noch den Widerstand hinzufügen, welchen diese Kraft durch die „Schwere" erfährt.

* Diese „allgemeine Bedeckung mit Wasser wird hier nur postulirt, weil stillstehende Gewässer die sicherste Horizontal-Ebene abgeben; man sieht leicht ein, daß sonst überhaupt jede andere genaue Horizontal-Ebene genügte. — Von einer „Kugel"-Ebene (statt „Fläche") aber darf ich bei der Ausdehnung der Erdkugel-Oberfläche sprechen, welche jedes Stück dieser Fläche als vollkommene Ebene betrachten läßt.

** D. h. es kommt, wie beim Pendel (S. 278), auf das bestimmte Gewicht Nichts an: der fallende Körper braucht nur überhaupt Gewicht zu haben (schwer zu seyn).

ren") Theile, d. h. der Masse (s. d. A.) ist. Die Größe dieses Druckes* heißt das Gewicht des drückenden Körpers, und hierauf gründet sich der Unterschied zwischen Gewicht und Schwere, indem Schwere also das Bestreben jedes einzelnen Theiles, Gewicht die Summe der Bestrebungen aller Theile bedeutet.

Die Größe der Schwere, als einer beschleunigenden Kraft, wird durch die Geschwindigkeit, mit welcher sie die von ihr zum Falle (vergl. wieder d. A.)** sollicitirten Körper dabei forttreibt, d. h. durch den Raum bestimmt, durch welchen diese Körper in einer gewissen Zeit, z. B. in einer Secunde fallen. Setzt man demnach die Schwere in unsern Gegenden, allwo sie (Fall, S. 415) in der ersten Secunde durch 15,1 Pariser (15,625 Rheinl.) Fuß treibt, = 1, so lassen sich die Schweren an andern Orten mit Bezug auf diese Einheit ausdrücken. Sie verhalten sich nämlich geradehin wie die Länge des Secunden-Pendels (s. d. A. S. 287) an diesen Orten (d. h. derselbe muß in dem Verhältnisse länger seyn, als die Schwere am betreffenden Orte stärker wirkt). Nun haben wir l. c. diese Länge

für Paris . . 440,57 (Par.) Linien,
unter dem Aequator (am Meeresufer) . . . . 439,10 „ „
und unter dem Pol 441,69 „ „
gefunden, demgemäß man also, die Pariser Bestimmung zur Einheit $\left(\frac{440,57}{440,57}=\right)$ 1,00000 „
machend, die Schwere unter dem Aequator $\left(\frac{439,10}{440,57}=\right)$ 0,99666, „
und unter dem Pole $\left(\frac{441,69}{440,57}=\right)$ . . 1,00254 „

anzunehmen hat. Der Grund dieses, auf den verschiedenen Puncten der Erd-Oberfläche selbst Statt findenden Unterschiedes zwischen den Größen der Schwere ist (Pendel, S. 285) der dieser Kraft entgegen wirkende Rotationsschwung der Erdkugel, welcher sich unter dem Aequator, als größtem Kreise, natürlich stärker als unter dem kleineren Parallel von Paris veroffenbart, und unter den dabei in relativer Ruhe verharrenden Polen gar nicht verspürt werden (gar keine solche Gegenwirkung hervorbringen) kann. — Das Sachverhältniß, so weit dasselbe hierher gehört, wird bei Vergleichung des citirten Art. Pendel l. c. schon aus dieser bloßen Andeutung hinreichend erhellen; ausführlicher habe ich mich aber darüber in Fall der Körper, S. 414, erklären müssen, und komme im Vortrage über „Schwungkraft" noch besonders darauf zurück.

Von der solchergestalt entstehenden, also, wie gesagt, auf die Erdoberfläche oder deren unmittelbarste Nähe selbst bezüglichen Modification der „Größe der Schwere" ist aber diejenige, darum gleich Eingangs sorgfältig bevorwortete Abnahme dieser Kraft wohl zu unterscheiden, die sie bei größeren Entfernungen von der Erde (vom Erdmittelpuncte), z. B. bei der ebenfalls gleich Eingangs erwähnten Wirkung auf den Mond erfährt; — in diesem Falle wird dann die „Schwere" aber auch zur

* Diese Definition des „Gewichtes" als Druck gehört in die Astronomie, indem wir im ersteren Art., S. 619, nachgewiesen haben, daß gleiche „Gewichte" auf der Erde und z. B. auf dem Jupiter doch nicht gleichen Druck ausüben: daß sie von der Oberfläche der Erde leichter als von der des Jupiter aufgehoben werden können, indem Jupiter dieselben mit seiner größeren Masse fester hält, stärker anzieht, demgemäß sie ihrerseits einen stärkeren Druck auf ihn, als auf die Erde ausüben.

** Die im gedachten Art. hervorgehobene Verschiedenheit der Fallgeschwindigkeit auf den verschiedenen Planeten nach Maßgabe der Massen in Verbindung mit dem Volumen derselben, wodurch die respective Wirkung der Schwere auf jedem von ihnen bedingt wird, rückt auch diesen Theil der Betrachtung wieder aus dem bloß terrestrischen Gesichtspuncte in den allgemeineren astronomischen überhaupt.

Gravitation.* welche ich deßhalb so genau von ihr unterschieden habe, und unter welcher anderen Form (wenn gleich, um es nochmals hervorzuheben, bei ganz unveränderter Natur) ich sie in diesem, alsbald als innig verwandt bezeichneten Vortrage behandle.

Vereint lassen sich indeß beide Einflüsse: die Verminderung der Schwerwirkung durch jenen ihr entgegentretenden Rotationsschwung, und zugleich durch die weitere Entfernung (weßhalb ich eben für diese Rücksicht schon in der voraufgehenden Anmerkung hierher verwiesen habe), gleichfalls schon auf der Erde unmittelbar, nämlich auf hinreichend hohen Bergen wahrnehmen. Bouguer (der uns bereits aus dem Art. Abplattung, S. 23, bekannte Französische Erdmesser des vorigen Jahrhunderts) fand auf dem hohen Berge Pichincha in Quito, nahe beim Aequator, die Länge des Secundenpendels nur noch 438,69 Linien, wogegen sich dieselbe (vgl. oben) allbort im Niveau des Meeres . . . 439,10 „

ergeben hatte, so daß der Unterschied . . . . . 0,41 Linien betrug; begreiflich muß nämlich auf einem solchen hohen Berge die Schwungbewegung (der „Rotationsschwung") zu- und die Schwere also abnehmen, gleichwie diese letztere nicht weniger zugleich durch die wachsende Entfernung von der Erdoberfläche beeinträchtiget wird. — Es würde darauf ankommen, beide Einflüsse nach Maßgabe der bestimmten Höhe des Berges genau von einander zu sondern, auf welche ziemlich verwickelte Untersuchung ich jedoch hier nicht weiter eingehen kann.

Dagegen ist, als ganz besonders wichtig, vorzüglich noch hervorzuheben, daß Veränderungen in der Größe der Schwere an Einem und demselben Orte noch nie bemerkt worden sind. Der Stand des Mondes und der Sonne hat zwar unläugbar einigen Antheil an der Schwere; beide Gestirne ziehen z. B. (vgl. Ebbe und Fluth) die Gewässer sichtbarlich zu sich empor, und vermindern also den Schwere-Einfluß der Erde auf diese Körper; allein die betreffenden Wirkungen sind an für sich zu unbeträchtlich, unterliegen eben wegen ihrer Abhängigkeit vom Gestirnstande periodischen Modificationen, und äußern sich, wie l. c. S. 263 gezeigt wird, überdieß nur auf sehr ausgedehnte Wasserflächen, so daß von einer andern dießfallsigen Alteration keine Rede seyn kann. Erfahrungsgemäß fallen die Körper denn auch heut noch genau eben so geschwind als bei den ersten darüber angestellten Beobachtungen; und, was also dasselbe sagen will, die Länge des Secundenpendels hat nirgend eine bemerkbare Veränderung erlitten.

Endlich bemerke ich, daß die Schwere das eigentliche Band ist, welches die Materie nicht bloß des Planeten Erde, sondern eines jeden andern Weltkörpers in diesem Körper zusammenhält und die Zerstreuung durch den Weltenraum verhindert, gleichwie selbige Kraft nicht weniger diejenige (sphäroidische) Gestalt der Gestirne bewirkt, welche wir an ihnen beobachten, und welche sich ohne den Rotations-Einfluß, der Natur der Schwerwirkung gemäß, von der reinen Kugel gar nicht entfernen würde.

Zur Erlangung der Ueberzeugung hiervon reicht übrigens ein allgemeines Nachdenken über den Vorgang hin, mit dessen Empfehlung ich den Artikel auch beende, da ich mich sonst in metaphysische Erörterungen über die Natur der Schwere einlassen müßte, wobei meine Leser wahrlich Nichts gewinnen würden. — Die historischen und Literar-Notizen, wie ich nur noch zu bemerken habe, zu Schlusse des unmittelbar folgenden Artikels.

Schwere, specifische, Eigenthümliche Schwere, Specifisches oder eigen-

* Die obige Alteration der „Schwere" durch den „Rotationsschwung," welcher dagegen einen solchen Einfluß auf die „Gravitation" in ihrer nur der weiteren Entfernung wegen abnehmenden Fernwirkung nicht mehr ausübt, ist auch eins von den Unterscheidungs-Merkmalen dieser beiden Aeußerungen der darum nicht weniger nämlichen Grundkraft, wie ich deren, Eingangs, für den Lauf des Vortrages mehrere angekündigt hatte (vergl. das gleich Folgende).

thümliches Gewicht; Gravitas specifica, Pondus specificum; *Pesanteur spécifique*, Poids relatif. Mit diesem Namen bezeichnet man das Verhältniß des (absoluten) Gewichts der Körper gegen den Raum, welchen sie einnehmen (gegen ihr Volumen); man nennt einen Körper specifisch schwerer oder specifisch leichter, als einen andern, wenn er bei gleichem eingenommenen Raume (bei einem, dem des letzteren Körpers gleichen „Volumen") mehr oder weniger als dieser letztere (zum Vergleiche gewählte) Körper wiegt. Demgemäß sollte man nicht sowohl von „specifischer Schwere,"* als vielmehr von „specifischem" (eigenthümlichem oder, noch bezeichnender, relativem) Gewichte sprechen, welches also dem absoluten Gewichte entgegensteht.

Unter unserem astronomischen Gesichtspuncte ist aber von diesem Gegensatze häufig die Rede. Wenn ich z. B. im Art. Mars, S. 73, anführe, „die Masse (das Gewicht) dieser Planetenkugel betrage nur $^1/_5$ des Gewichtes des Planeten Erde: man müsse, wenn letztere in der einen Schale einer Wage läge, um sie aufzuwägen, 5 Marskugeln in die andere Schale thun;" so ist natürlich absolutes Gewicht gemeint. Füge ich aber sodann hinzu, „dabei betrage das Volumen des Mars jedoch nur $^1/_6$ des Volumens des Erdkörpers": man könne aus letzterem 6 Marskugeln schnitzen; so führt dieß auf den Begriff des specifischen (des eigenthümlichen, des relativen) Gewichtes, welches dem Quotienten des absoluten Gewichtes durch das Volumen gleich, und im obigen Falle also $= \frac{^1/_5}{^1/_6} = {}^6/_5$ ist.

Den nämlichen Ausdruck (wenn auch in andern Zahlenwerthen, auf die es mir hier aber nicht ankam) haben wir l. c. für die Dichte gefunden, und in der That sind im astronomischen Sinne die Begriffe von Dichte und specifischem Gewichte gleichbedeutend. Die Behauptung: das specifische Gewicht des Mars betrage $^6/_5$ des specifischen Gewichtes des Planeten Erde, will, der Definition gemäß, z. B. sagen, 1 Cubikfuß Marsmaterie habe $^6/_5$ des (absoluten) Gewichtes von 1 Cubikfuße Erdmaterie; und eben den Sinn gibt der wieder l. c.* aufgestellte Satz: „die (wohl zu merken, mittlere, die „durchschnittliche") Dichte des Mars betrage $^6/_5$ der (durchschnittlichen) Dichte des Erdkörpers." — Diesen Gegensatz von absolutem und specifischem Gewichte („specifischer Schwere"), letzteres als gleichbedeutend** mit Dichte genommen, habe ich, wie gesagt, unter unserem astronomischen Gesichtspuncte auch nur hervorheben wollen, und gehe deßhalb für uns in der Sache nicht weiter. Lesern, welche dieß für sich selbst thun wollten, weiß ich keinen besseren neueren Führer, als den Heidelberger

* Ich habe den Ausdruck in der lexikalischen Folge auch nur beibehalten, weil er Lesern aus der älteren Schule, gleich mir, noch immer geläufiger ist, und der obige Gegensatz zwischen specifischem und absolutem „Gewichte" im letzteren Artikel daher keine Erörterung hat finden können.

* Ich mache nochmals darauf aufmerksam, daß ich l. c. zwar etwas verschiedene Zahlenwerthe gegeben habe, daß es aber darauf hier, wo es sich nur um das Klarmachen des Satzes durch ein numerisches Beispiel überhaupt handelte, gar nicht ankommt. — Die Dichtigkeit (das specifische Gewicht) des Mars ist dem der Erde, wie ich auch dort bevorworter habe, vielmehr höchst wahrscheinlich ganz gleich.

** „Die specifischen Schweren der Körper verhalten sich (s. oben) wie die Quotienten der (absoluten) Gewichte durch die Volumina." — „Die Dichten verhalten sich (Masse, S. 84) wie die Quotienten der Massen durch die Volumina." Man sieht, daß in dieser letzteren Erklärung für „Masse" nur „Gewicht" (absolutes; — denn etwas Anderes sind doch die Massen der Weltkörper nicht) gesetzt zu werden braucht, um sie zur ersteren zu machen, und somit also die gleiche Bedeutung von (planetarischer) Dichte und (planetarischer) specifischer Schwere (durchschnittlicher specifischer Schwere der Bildungsstoffe eines Planeten) darzuthun.

Physiker Muncke zu empfehlen, welcher diese Lehre in ihrer gegenwärtigen Ausbildung im allgemeinen Art. Schwere für die oft citirte neue Ausgabe von Gehler's „Physikal. Wörtrb." (auf die ich daher auch schon im vorangehenden Vortrage als betreffende Literar-Notiz verwiesen habe), wie es mir scheint, vortrefflich, nur für meine Absicht viel zu gelehrt und ausführlich behandelt hat. — In historischer Rücksicht schließlich bemerke ich aber, daß der Gegenstand dieses, gleichwie des vorangehenden Artikels ausführlicher zuerst von Newton in der „Principia" behandelt worden ist.

Schwerpunct, „Mittelpunct der Schwere;" Centrum gravitatis; *Centre de gravité*. In jedem schweren festen Körper, von welcher Form er auch sey, gibt es einen Punct, welcher so liegt, daß alle Theile des Körpers um denselben nach jeder Seite zu eben so viel statisches Moment haben, als nach der entgegengesetzten Seite, oder daß alle Theile den Körper nach jeder Seite eben so stark um denselben Punct umzudrehen streben, als dieß diese Theile auf der andern Seite nach der entgegengesetzten Richtung thun, daher sich die Bestrebungen zur Umdrehung um diesen Punct ringsum aufheben, gleichsam als wenn in demselben die ganze Schwere (Masse) des Körpers vereinigt wäre; dieser Punct heißt des Körpers „Schwerpunct." — Also die schulgerechte Erklärung, mit welcher ich freilich anheben mußte. Sonst würde ich mich kürzer haben fassen können, da es unsere Wissenschaft der Gestirnkunde hinsichtlich des „Schwerpunctes" der Körper („Mittelpunctes ihrer Schwere," wie ich schon im Artikel Mittelpunct mit Verweisung hierher gesagt habe) besonders nur mit der Kugel, als (vergl. d. A.) vorherrschender allgemeiner Gestirnform, zu thun hat, die Bedingung aber, daß bei der Kugel der „Schwerpunct" (der Mittelpunct der Schwere) mit dem (Kugel-) Mittelpuncte (dem Mittelpuncte der Größe, vergl. Mittelpunct) zusammenfalle, nach der obigen Definition von selbst einleuchtet. * In diesem Mittelpuncte, diesem „Schwerpuncte" der demnach als reine Kugeln angenommenen Weltkörper kann man sich, wie wir auch so oft (namentlich noch in Mittelpunct, S. 135) gethan haben, die ganze Masse (das ganze Gewicht) des Körpers concentrirt denken; nach diesem (Kugel-)

* Dabei wird freilich, wie nicht weniger von selbst erhellt, zunächst vorausgesetzt, daß die Materie der Kugel entweder durchaus homogen sey, oder doch in gleichen Abständen vom Mittelpuncte (in jeder Kugelschicht, jeder Kugelkappe, Kugelschale oder Hülse) gleiche Dichtigkeit habe.

Ferner werden mir die Leser die sphäroidische (statt der reinen Kugel-) Gestalt namentlich gleich unseres Planeten Erde einwenden, worauf ich dieserwegen schon im Art. Schwere der Erdkörper hier und noch ausführlicher im Vortrag über Schwungkraft zurückzukommen bevorwortet hatte. Bei einem regelmäßigen Ellipsoid (Sphäroid), als welches sich der Erdkörper (Abplattung, S. 22) solchergestalt (wenigstens sehr nahe) darstellt, liegt der „Schwerpunct," wie man ebenfalls ohne weiteres zugibt, unter Voraussetzung einer nämlichen Homogenicität der Materie, im Durchschnittspuncte der großen und kleinen Axe, und würde also mit dem Mittelpuncte einer um das Erdellipsoid beschriebenen Kugel, d. h. einer Kugel vom Radius der halben großen Axe coincidiren. Letztere haben wir l. c. = ... 1719 Meilen
und die kleine Axe dagegen . . . . . 1713 „
gefunden, demnach der ganze Unterschied . . . 6 Meilen
und die Hälfte . . . 3 „
etwann ($^6/_{1719}$ =) $^1/_{300}$ beträgt, um welche sich der (also der halben großen Axe gleiche) Kugelradius von der halben kleinen Axe unterschiede, wonach man, auch unter diesem Gesichtspuncte, die Zulässigkeit unserer früheren Annahme der reinen Kugelgestalt für den Erdkörper, und des Zusammenfallens des Mittelpunctes seiner Schwere mit dem (Kugel-) Mittelpuncte seiner Größe, gleichwie der durchgängigen Richtung der Schwere nur nach diesem letzteren Puncte beurtheilen kann.

Mittel- und Schwerpuncte gehen, bei unserer Voraussetzung, zugleich alle Richtungen der Schwere auf der Oberfläche der Weltkörper; — und solchergestalt verhält es sich also in dieser Rücksicht, mit jedem dieser Körper für sich genommen.

Allein wir haben den „Schwerpunct" in dieser Art nicht bloß beim einzelnen Weltkörper, sondern vielmehr ferner und ganz besonders auch in seinem Bezuge zu einem Systeme solcher Körper, z. B. beim Erdsysteme: der Verbindung der Erde mit ihrem Monde, welche ich namentlich hervorhebe, zu betrachten. Im Artikel Gravitation (S. 697, womit man Mond, S. 144, vergleichen mag) ist nämlich gezeigt worden, daß das letztere Gestirn nicht eigentlich den Erdmittelpunct umläuft, sondern daß sich zwischen diesen zwei Gestirnen nach dem Gesetze des Gleichgewichtes ein gemeinschaftlicher Schwerpunct bilde, um welchen sie sich vielmehr beide dergestalt bewegen, als wenn ihre beiderseitigen Massen (Gewichte) in diesem Einen Puncte, dem gemeinschaftlichen Schwerpuncte, gleichsam dem Hypomochlium eines Hebels, an dessen Armen Erde und Mond einander gegenüber hingen, vereiniget wären,* und welcher also umlaufene Punct seinerseits, statt des Erdmittelpunctes selbst, hinwiede-

* Ich muß diesen Satz, wie oft derselbe schon geltend gemacht worden ist, auch noch unter dem gegenwärtigen Gesichtspuncte beleuchten. — Die Erde wiegt (Mond, S. 144) 87 Mal so schwer als der Mond; beide Weltkörper zusammen haben also das Gewicht, die Masse, von 88 Monden. Die Erde übt demnach auf den Mond eine Massengewalt, eine Anziehung = 87, der Mond auf die Erde eine solche = 1 aus; und wenn beide Körper demgemäß auf einander zufallen könnten und man die gegenseitige Entfernung dabei auch in 88 gleiche Theile theilte, so würde der Mond durch 87 und die Erde dagegen durch 1 dieser Theile fallen; — und in dem solchergestalt bestimmten Puncte der Massenvereinigung wäre daher doch gewiß der gemeinschaftliche „Schwerpunct." Nun „fallen" beide Weltkörper zwar nicht wirklich dahin: eine ihnen zugleich beiwohnende Centralbewegung (s. d. Art. S. 141) verändert den „Fall" vielmehr nur zum Umlaufe; aber der Punct des „Fall"-Bestrebens bleibt deßhalb doch gewiß nicht weniger derselbe, nämlich der gemeinschaftliche „Schwerpunct." Man kann sich also, wie wir im Texte thun, Mond und Erde in der That als an den beiden Enden eines doppelarmigen, in diesem Puncte unterstützten Hebels hangend vorstellen, welchen Punct (gemeinschaftlichen Schwerpunct) der erstere in einer Entfernung = 87, die letztere in einer solchen = 1 umläuft. — „Genau gesprochen" (Mädler's „Selenographie." §. 2.) „bewegt sich weder der Mond um das Centrum der Erde, noch diese selbst um das Centrum der Sonne, worauf ich die Betrachtung jetzt ausdehne; vielmehr ist es der gemeinschaftliche, wie gesagt, nach den Gesetzen des (Hebel-) Gleichgewichtes zwischen den beiden Körpern gebildete Schwerpunct, welcher seinen jährlichen Umlauf um den gemeinschaftlichen Schwerpunct des ganzen Sonnensystems macht, indeß Erde und Mond selbst jenen Punct nur wie zwei Satelliten desselben umlaufen." — Es ist dieß die natürliche Folge der Gegenseitigkeit der Anziehung (Gravitation), deren Nothwendigkeit von selbst einleuchtet; „nam" („Principia." I. 404. der von uns benützten Cöln-Genfer Ausgabe) „corporum trahentium et attractorum actiones semper *mutuae* sunt, adeo ut neque attractum possit quiescere neque *attrahens*, si duo sint corpora, sed ambo, *attractione mutua*, circum *gravitatis centrum commune* revolvantur; et si *plura* (wie oben im Sonnensysteme) sint corpora, quae vel ab unico attrahantur et idem attrahant, vel omnia se mutuo attrahant; haec ita inter se moveri debeant, ut *gravitatis centrum commune* vel quiescat vel uniformiter moveatur (über welche letztere Bedingung sich schon die A. Bahnen, S. 91, und Fixsterne, S. 564, weiter auslassen, gleichwie ich auch unten darauf zurückkomme).

rum die Bahn um die Sonne beschreibe. Versinnlichen wir uns in der That einen solchen Hebel, eine lange unbiegsame Stange, am einen Ende die Erde, in der angegebenen, verhältnißmäßig sehr geringen Entfernung vom (eingebildeten) Unterstützungs- (dem Schwer-) Puncte, und am andern, viel entferneteren Ende den Mond tragend, und lassen wir jenen, mit dem Erdmittelpuncte also fast zusammenfallenden „Schwerpunct" zugleich in der Bahn um die Sonne fortgehen, indeß sich die Stange mit dem Mond-Ende dabei immer um den Schwerpunct (das Hypomochlium) schwingt; so wird man eine schöne Vorstellung von der auf diesen „Schwerpunct" bezogenen, verbundenen Mondbewegung um die Erde, und Erdbewegung um die Sonne, wie sie in der Wirklichkeit Statt findet, erhalten. Diese Vorstellung läßt sich, wie ich es in der Note andeute, sodann aber auch auf jedes zusammengesetztere System ausdehnen, indem man sich die Massensumme aller seiner einzelnen Glieder immer wieder in einem gemeinschaftlichen „Schwerpuncte" vereiniget denkt; der Schwerpunct, in welchem sich solchergestalt zunächst die Gewichte des Erdsystems gleichsam zusammengedrängt finden, muß in dieser Art seinerseits wieder auf den gemeinschaftlichen Schwerpunct des ganzen Sonnensystems, letzterer auf den Schwerpunct des wiederum höheren Systems, von dem das Sonnensystem nur ein Einzelglied (eine Dependenz) abgibt u. s. w. u. s. w., bezogen werden,* wie ich diese erhabene Idee an die Spitze des schon citirten Artikels Bahnen gestellt habe. In ihrer ausdrücklicheren Beziehung auf den „Schwerpunct" gehört sie aber recht eigentlich zu den vorliegenden Betrachtungen über denselben; und ich beende diese Betrachtungen auch mit ihrer nochmaligen Hervorhebung, indem ich nur noch diejenigen Leser, welche in ein weiteres Detail über die Theorie des Schwerpunctes eingehen wollen, schließlich wiederum auf eine betreffende ausgezeichnete, jedoch für meine Zwecke zu viel höhere Analysis enthaltende Arbeit des Heidelberger Physikers Muncke in der zweiten Auflage von Gehler's „Physikal. Wrtrb." Leipz., Schwickert. 1836. gr. 8. Bd. VIII. S. 639 figd., verweise, wo sich zugleich die historischen Notizen über die früheren Bemühungen um diese Lehre, welche ich nur unter dem astronomischen Gesichtspuncte zu behandeln habe, vorfinden.

Schwingung, Schwung.* „Oscillation; Oscillatio; *Oscillation.* Man legt diesen Namen einer jeden Bewegung bei, welche einen Körper hin und her treibt, oder zwischen zwei Grenzen hin und wieder zurück führt: die „Schwingungen" (Schwünge, Oscillationen) des Pendels (vergl. d. A.) geben das beste Beispiel. — Außerdem haben wir aber in demselben Artikel, S. 293, auch gewisse, immer zwischen bestimmten Grenzen hin und her schwankende, säculare Störungen „planetarische Perturbations-Oscillationen um eine Bahn-Constanz" genannt, welche „Oscillationen" der Französische Geometer Pontécoulant „Théorie analytique du Système du monde." Paris. 1829. 4 B. gr. 8. t. XVI. als „immenses *pendules* de l'éternité" bezeichnet, „qui battent les siècles comme les nôtres battent les secondes!" — ein Gleichniß von zu erhabenem Charakter, als daß ich dasselbe hier nicht gern wiederholen sollte.

Schwingungspunct, s. Mittelpunct des Schwunges, S. 136.

* D. h. der „Schwerpunct" des ganzen Sonnensystems ist das gemeinschaftliche Hypomochlium aller Einzelglieder dieses Systems, und also auch des, eins dieser Glieder abgebenden Erdsystems; man kann sich die Summe aller Einzelmassen des Sonnensystems, zu welchen Einzelmassen auch die vereinte Masse von Erde und Mond (vom Erdsysteme) gehört, in diesem Puncte vereiniget vorstellen.

* Man sagt beim Pendel, auf welchen ich den Ausdruck besonders beziehe, in der einfachen Zahl gewöhnlicher Schwung, in der Mehrzahl aber eben so gern oder lieber „Schwingungen" als „Schwünge," z. B. „Schwingungs-", nicht „Schwünge"-Punct.

Schwung, s. Schwingung. — Diejenige Ausführung aber, derentwegen ich in Centrifugalkraft hierher verwiesen habe, im gleich folgenden Artikel Schwungkraft.

Schwungbewegung, s. Pendel, S. 274.

Schwungkraft, „Centrifugalkraft," Fliehkraft; Vis centrifuga; *Force centrifuge*. Man gibt diesen Namen zunächst demjenigen Bestreben, mit welchem sich bei der Centralbewegung (s. d. Art.), namentlich der Planeten um die Sonne, das umlaufende Gestirn vom Centralpuncte, zu dem dasselbe durch die Centripetalkraft hingetrieben wird, im Gegensatze der letzteren wiederum zu entfernen strebt. In diesem Sinne des planetarischen Umlaufes (der Revolution) um die Sonne (oder vielmehr aller Gestirnbewegung um einen Centralpunct) habe ich darüber im früheren Artikel Centrifugalkraft ausführlich gehandelt. Noch eigentlicher aber führt den Namen der „Schwung-, der „Fliehkraft," unter unserem astronomischen Gesichtspuncte, das aus dem (täglichen) Umschwunge (aus der Rotation) des Planeten Erde (oder überhaupt jedes rotirenden Weltkörpers) um seine Axe entstehende Mittelpunctflieh- (Schwere-Verminderungs-) Bestreben für Körper auf der Oberfläche, von welcher dieselben dadurch auch wirklich weggeschleudert werden würden, wenn nicht eben die Schwere sie dagegen zurück- (gleichsam „fest-") hielte*; und in diesem Bezuge habe ich hier auf die Schwungkraft besonders zurückkommen (ihr Bestreben zur Verminderung der Schwere** nachweisen) wollen. Wenn meine Leser, um nur erst die sinnlichste Vorstellung von der Sache bei sich hervorzurufen, einen Körper, z. B. eine Bleikugel, etwann an einen Bindfaden befestigen und dieselbe gestalt um sich herumschwingen, so sehen Sie, daß der Faden dabei gespannt wird, daß die Kugel davon fliegen würde, wenn der Faden sie nicht daran verhinderte, und daß sie beim etwanigen Reißen desselben auch wirklich wegfliegt, weggeschleudert wird; dieß ist die „Schwungkraft;" und der Faden kann bei diesem Versuche (vergl. d. Anmerk.) die Schwerkraft der sich in ähnlicher Weise umschwingenden (der rotirenden) Erdkugel repräsentiren, von welcher die Körper, wie gesagt, auch „weggeschleudert" werden, „wegfliegen" würden, wenn nicht jene Kraft dieselben daran verhinderte. — Die nähere Betrachtung der durch diese Rotation (Axendrehung) zunächst des Erdkörpers auf seiner Oberfläche entstehenden Schwungkraft (des aus dem Rotationsschwunge entstehenden Bestrebens, sich von dem Mittelpuncte weiter zu entfernen, denselben zu „fliehen") und die Bestimmung ihrer Größe (namentlich hinsichtlich ihres Einflusses auf Verminderung der Schwere) ist, wie gesagt, die Absicht dieses, den Artikel Centrifugalkraft in der dort bevorworteten Art ergänzenden Vortrages, welchen ich demnächst auch noch auf den Planeten Jupiter ausdehnen werde. Nennt man aber hiernach die Geschwindigkeit, welche einem Körper in irgend einem Puncte der Oberfläche der Erdkugel* nach Maßgabe der für diesen Punct (für den betreffenden Paral-

* Ich habe auf diesen Widerstand der Schwere der Erdkörper gegen die Wirkungen der Schwungkraft, als auf ein Merkmal der Schwere, schon in jenem Artikel hingewiesen. Die Energie, mit welcher die Schwere dabei dem Schwunge entgegentritt, hängt von der Masse und dem Volumen ab, und ist also, wie ich zugleich hervorhebe, für den Planeten Erde natürlich ein anderer, als z. B. für den Planeten Jupiter, den ich in diesem Bezuge hinten mit der Erde vergleichen werde.

** Ich bitte, hierbei im Auge zu haben, daß die Richtungen der Schwere auf der Erdkugel nach dieser Kugel Centrum gehen, und daß ich also das Schwere-Verminderungs-Bestreben der Schwungkraft, als diejenige Wirkung, wodurch sich diese Kraft der Beobachtung offenbart, auch auf diese Richtung beziehen muß.

* Ich bevorworte ausdrücklich, daß hier also erst noch eine reine Kugelgestalt (wozu außerdem die Voraussetzung vollkommener Materien-Homogeneität tritt) des Erdkörpers angenommen wird. Hinten das Weitere.

kelkreis)* Statt findenden Wirkung der Rotation, mitgetheilt wird (die Rotationsgeschwindigkeit), c, den Fallraum schwerer Körper in der ersten Secunde (die Galileische Zahl, s. d. Art.) g, und den Abstand jenes Erdoberflächenpunctes vom Mittelpuncte des zugehörigen Parallels a, so findet sich die entsprechende „Schwungkraft“ (vergl. Centralbewegung, S. 152) durch $\frac{c^2}{2ga}$ ausgedrückt. Sey jetzt der in Rede stehende Erdkugel-Oberflächen-Punct (Ort) (Fig. 1. der Tafel XV.) der Ort L, so beschreibt derselbe täglich den Parallelkreis vom Durchmesser EL, dessen Mittelpunct in D liegt, wogegen der Aequator AQ seinen Mittelpunct in C, dem Mittelpuncte der Erdkugel selbst, hat. Aus dieser Umdrehung (Rotation) entsteht also für jenen Ort (Punct) L ein Schwung, welcher einen dortigen Körper mit einer Kraft** $\frac{c^2}{2g \cdot DL}$ (indem hier a = DL) zunächst vom Mittelpuncte D seines Parallelkreises zu entfernen, und in der Richtung LN fortzutreiben („fortzuschleudern,“ wie oben die Kugel) strebt. Da nun die (Rotations-) Geschwindigkeit c durch den Raum ausgedrückt wird, welchen der rotirende Ort L z. B. in 1 Zeitsecunde zurücklegt, wenn während einer vollen Axendrehung (Rotation), d. h. in 1 Sterntage, oder in 86164 Secunden Sonnenzeit (s. d. Art.) der ganze Parallelkreis EL = $2\pi \cdot DL$ zurückgelegt wird, so hat man $c = \frac{2\pi \cdot DL}{86164}$*, und wenn die Zahl 86164 = n gesetzt wird, $c = \frac{2\pi \cdot DL}{n}$, mithin (zunächst) der ganze Schwung nach LN = $\frac{2\pi^2 \cdot DL}{n^2 g}$.

Dieser Schwung läßt sich aber rechtwinklich in die zwei Theile LM und MN zerlegen, wovon nur der erste der nach LC wirkenden Schwere entgegengesetzt ist. Dieser Theil LM verhält sich zum ganzen LN (wegen der ähnlichen Dreiecke LMN und LDC) wie DL : CL. Mithin ist Schwung nach LM (zur Verminderung der Schwere) = $\frac{2\pi^2 \cdot DL^2}{n^2 g \cdot CL}$; — und damit haben wir es, wohl zu merken, nur zu thun.

Weil π, n, g und CL für alle Orte L einerlei bleiben, so verhalten sich die der Schwere entgegengesetzten Schwungkräfte an verschiedenen Orten, wie DL^2, d. i., weil DL den Cosinus des Bogens QL, oder der geographischen Breite des Orts L vorstellt, wie die Quadrate der Cosinus der Breiten.

Hieraus läßt sich die Größe der Schwungkraft (wie sie der Schwere entgegenwirkt) unter dem Aequator der Erde oder in Q auf folgende Art bestimmen. Weil sich für Orte, die im Aequator liegen, DL in CQ = CL selbst verwandelt, so ist hier der Schwung = $\frac{2\pi^2 \cdot CL}{n^2 g}$.

Nach Picard's Bestimmung ist der Halbmesser der Erdkugel CL = 19615800 Pariser Schuh;** g nach besonders genauen Versuchen, die in Paris angestellt sind, = 15,0957 Pariser

* Ich erinnere sogleich daran, daß die Rotationsgeschwindigkeit eines Oberflächenpunctes der Erdkugel natürlich von der Größe des betreffenden Parallelkreises abhängt, also für den Aequator am größten, für die Pole = 0 ist. Dieß leuchtet von selbst ein.

** Man muß diese also entstehende „Kraft“ und die Größe der durch sie bewirkten Entfernung vom Mittelpuncte des Parallels sowohl, als der Erdkugel selbst, sorgfältig von jenem Schwunge und der dem betreffenden Körper somit im Parallelkreise beigebrachten Rotationsgeschwindigkeit unterscheiden; erstere Größen sind, wie die Formel lehrt, im Vergleiche zu letzterer Geschwindigkeit sehr klein.

* Nämlich Raum in 1″ (c) : $2\pi \cdot DL$ = 1 Zeitsecunde : 86164″.

** Vergl. Erde, S. 362, wo ich, noch strenger rechnend, 3271856 Toisen, d. h. (3271856 . 6 =) 19631136 Pariser Fuß angebe.

Schuh;* u = 86164 (die obige Zahl der Secunden des Sterntags in mittlerer Sonnenzeit), und π die bekannte Ludolfische Reihe. Daraus findet sich mittelst der Logarithmen

log. 2 =	0,3010300,	2 . log. n =	9,8706518,
2 . log. π =	0,9942998,	log. g =	1,1788533,
log. CL =	7,2926061,	log. $n^2 g$ =	11,0495051.
log. $2\pi^2$. CL =	8,5879359,		
log. $n^2 g$ =	11,0495051,		
	— 2,4615692.		

welcher negative Logarithme dem Bruche $^1/_{289,45}$ zugehört. — Dieser Rechnung zufolge ist die (also die Schwere vermindernde) Schwungkraft unter dem Aequator der Erde dem 289sten Theile der (wirklichen) Schwere zu Paris gleich, d. h., um alsbald das versinnlichendeste Beispiel zu wählen, zu einer Druck- (Schwer-) Gewalt, welche in Paris (oder auch bei den Polen, der Unterschied ist — vergl. unten — nicht bedeutend) mittelst eines Gewichtes von 289 Pfunden zu bewerkstelligen wäre, würde man unter dem Aequator, wo der Schwung also den 289sten Theil (= 1 Pfunde) davon (von der Schwere) hinwegnimmt, den Druck um so viel schwächt, (sehr nahe)** 290 Pfund gebrauchen.*** Newton, welcher („Principia." III. prop. 19. hinten, S. 79 unserer Ausgabe) die Rechnung etwas anders führt, findet in naher, wenn auch nicht vollkommener Uebereinstimmung mit Halley und späteren Geometern das Verhältniß der Schwungkraft unter dem Aequator, welches wir oben zur Schwerkraft für Paris = $^1/_{289,45}$: 1 ermittelt hatten, vielmehr für die ganz ungeschwächte (vom Schwunge unverminderte) Schwerkraft,° wie letztere auf einer gar nicht rotirenden Erdkugel°° (oder unter den Polen) Statt haben würde, = $^1/_{289}$: 1. Unter dieser Voraussetzung und mit Beziehung auf den obigen Satz, daß sich die Größe

* S. Fall der Körper, S. 415, in welchem Art. g aber alsbald = 15,1 Pariser = 15,6 Rheinländische Fuß gesetzt ist.

** Nur „sehr nahe;" denn eigentlich müßte man sagen: da 289 Pfund zu Paris der Wirkung nach unter dem Aequator nur noch 288 Pfund ausmachen; wieviel Pfunde bringen mithin unter dem Aequator eben so viele Wirkung hervor, als 289 Pfunde zu Paris? 289 : 288 = x : 289, woraus x = genauer 290 + $^1/_{288}$ kommt.

*** Wir wollen diese Gegenwirkung auch auf den Fall schwerer Körper beziehen. Die Größe desselben, abgesehen vom Schwunge und wie man sie also die ursprüngliche (ich sage oben die „unverminderte") nennen könnte, würde nach den bezüglichen Sätzen unter dem Aequator in der 1sten Secunde 15 Fuß 1 Zoll 2 Linien = 2174 Linien betragen, davon der 289ste Theil $\left(\frac{2174}{289} =\right)$ etwann 7 Linien ausmacht. Um diese 7 Linien vermindert also der Schwung den Fall (die Schwere) unter dem Aequator, welcher hiernach (2174 − 7 =) 2167 Linien = 15 Fuß 0 Zoll 7 Linien betragen müßte, wie ihn die Beobachtung daselbst zur Bestätigung der Rechnung auch wirklich ergibt. — Ich komme unten hierauf zurück.

° Unter dem (kleineren) Parallel von Paris nämlich wirkt der, wiewohl dort schon viel schwächere Schwung der Schwere doch auch noch entgegen; „sed parum," bemerken die Commentatoren zur obigen Rechnung Newton's, „vis gravitatis in latitudine Lutetiae a vi ipsa gravitatis differt." Wir werden dieß oben gleich näher sehen.

°° Ich erinnere nochmals daran, daß immer nur noch erst von einer reinen Kugelgestalt des Erdkörpers (in Verbindung mit Homogeneität der constituirenden Materie) die Rede ist. — Hierauf habe ich die Angaben bezogen, und gehe, um möglichst deutlich zu seyn, worauf es mir wesentlich nur ankommt, erst weiter unten auf die sphäroidische Gestalt des Erdkörpers über.

der Schwungkraft an verſchiedenen Orten wie die Quadrate der Coſinus der geographiſchen Breite dieſer Orte verhalte (vom Aequator, wo ſie alſo am größten iſt, nach den Polen hin, allwo ſie = 0 wird, in dieſem Verhältniſſe abnehme), läßt ſich nun ermitteln, wie viel (einen wie großen Theil) der Schwung überall von der (mithin ganz ungeſchwächt gedachten) Schwere abſorbire; man hat dazu augenſcheinlich nur $^1/_{289}$ mit dem Quadrate des Coſinus der betreffenden geographiſchen Breite zu multipliciren, welchergeſtalt ſich findet, daß dieß bei der, wie geſagt, angenommenen Kugelgeſtalt* des Erdkörpers, z. B. für die Breite von 60° (Coſinus = $^1/_2$) nur noch ($^1/_2{}^2$ =) $^1/_4 \cdot {}^1/_{289} = {}^1/_{1156}$ = den 1156ſten,** für die Breite von Paris (48° 15′) den 668ſten Theil betrage (wie ich dieſe Geringfügigkeit in der Anmerkung bevorwortet habe); und man iſt danach im Stande anzugeben, wie groß ſich die wirkliche Schwerwirkung für die Beobachtung auf der Erdoberfläche allerwärts zeigen müßte. — Die leichteſte Art dieſer Beobachtung wird aber durch die Länge des (Secunden-)Pendels gewährt, indem dieſe Länge (vgl. d. Art. S. 287)* nach dem Pole hin in dem nämlichen Maße wie die, durch den abnehmenden „Schwung“ immer weniger beeinträchtigte Schwerkraft zunimmt, und man kann alſo, unter der allem Bisherigen zu Grunde liegenden und deßhalb vorn wiederholt ſo ſorgfältig hervorgehobenen Vorausſetzung, daß die Erde (bei Stoff-Homogeneität) von reiner Kugelgeſtalt ſey, die Pendellänge für jede Breite berechnen, und würde, wenn ſich die beobachtete Länge nun der auf der gedachten Bedingung begründeten Rechnung genau entſprechend zeigte, umgekehrt die Gewißheit haben, daß dem Erdkörper wirklich eine genaue Kugelgeſtalt beiwohne. Allein vielfache, demgemäß angeſtellte Beobachtungen haben gegentheils dargethan (und dieß iſt nun der Umſtand, weßhalb im Art. Schwere,

* Nämlich der Coſinus der Breite iſt der Halbmeſſer des betreffenden Parallels, welcher Halbmeſſer für eine Breite von 60° nur auf der Kugel dem halben Radius der letzteren gleich iſt.

** Setzen wir die Schwere, ſolchergeſtalt abſehend von aller Rotation (unter den Polen), = 1, ſo nimmt alſo, nach Newton, der Schwung unter dem Aequator (geographiſche Breite = 0, Coſinus = 1) $^1/_{289}$ davon (von dieſer unverminderten Schwere) weg; — und man hat dann ferner in der Breite von 60° (Coſinus = $^1/_2$) $1^2 : {}^1/_2{}^2 = {}^1/_{289} : x$, woraus für die Verminderung (x) der Schwere (wie letztere ohne Rotation ſonſt auch unter jener Breite wirken würde), dem Obigen gemäß, $x = {}^1/_4 \cdot {}^1/_{289} = {}^1/_{1156}$ folgt; die Schwere, welche ohne Schwung auch in der Breite von 60° $= 1 = \frac{1156}{1156}$ ſeyn würde, wird daſelbſt durch den Schwung vermindert auf $\frac{1155.}{1156.}$

* Ich muß erſt einem augenblicklichen Anſtoße vorbeugen; dort wird gezeigt, daß auf einem Sphäroid die Schwerkraft nach dem Pole hin im Verhältniſſe des Quadrats vom Sinus der wachſenden geographiſchen Breite zunimmt; hier zeige ich, daß auf einer Kugel der die Schwere beeinträchtigende Schwung eben dahin im Verhältniſſe des Quadrats vom Coſinus der Breite abnimmt. Bei näherem Nachdenken findet man freilich, daß ſich dieſer Gegenſatz, durch welchen man ſonſt leicht irre werden könnte, bedingt, indem die Sinus der geographiſchen Breite vom Aequator an, wo letztere = 0, bis zum Pole, wo die Schwere-Maximo, wachſen, die Coſinus aber umgekehrt unter dem Pole zugleich mit dem Schwunge, deſſen Stärke ſie (ihre Quadrate) proportional ſind, = 0 werden. — Die Richtigkeit auch des erſteren goniometriſchen Ausdruckes iſt alſo für zwei ſpecielle Fälle gezeigt, mit welcher Art von Beweiſen ſich meine Leſer meiſtens zufrieden bezeigt haben; die dabei zu Grunde liegende Bedingung, daß die Schwere unter dem Aequator, wo der Schwung der größte, am kleinſten, und unter den Polen, wo letzterer dagegen der kleinſte, am größten iſt, gilt aber offenbar für das Sphäroid ſo gut wie für die Kugel.

neben Schwerpunct, ganz besonders hierher verwiesen worden), daß die Zunahme der Pendellänge (der Länge des Secundenpendels) vom Aequator zu den Polen hin nicht nach dem obigen Gesetze der Kugelgestalt, sondern vielmehr so Statt habe, wie dieß nach der in der Note angegebenen Weise nur auf einem Sphäroid erfolgen kann („Principia" l. c. „Invenire proportionem axis planetae ad diametros eidem perpendiculares"); und die Betrachtung des „Schwunges," wie wir sie hier angestellt haben, gewährt also nicht weniger diejenige Ueberzeugung von der elliptischen Gestalt des Erdkörpers, welche wir uns im erwähnten Art. Pendel an der bemerkten Stelle auf einem andern Wege verschafft haben. — Dieß aber habe ich, wie gesagt, in Betreff der „Schwungkraft" auf dem Planeten Erde nur noch darthun wollen; und ich dehne unsere Untersuchungen über diese Kraft, bevorworteternaßen, jetzt auf den Jupiter aus, hinsichtlich welches Planeten ich den wichtigen Gegenstand jedoch, obwohl das nunmehr entwickelte Grundprincip selbst natürlich überall das nämliche ist, doch noch unter einem andern Gesichtspuncte zu behandeln habe.

Jupiter ist nämlich (vergl. d. Art., S. 826 flgd.) eine Kugel (ein Sphäroid) von einem solchen Volumen, daß man 1300 Erdkugeln daraus schnitzen könnte; sein Aequator hat demnach einen über 11 Mal größeren Umfang als der Erdäquator; und da sich derselbe mit der rotirenden Jupiterskugel schon in etwann 10 Stunden, also in einer nahe 2½ kürzeren als die 24stündige Rotationszeit der Erdkugel umschwingt, so ist die daher entstehende, der Schwere (vergleiche die Formel) entgegengesetzte Schwung- (Mittelpunctflieh-) Kraft* für diesen Planeten, und namentlich eben unter seinem Aequator, dessen Vergleichung in diesem Bezuge mit dem Vorgange auf den Polen ich vorzüglich beabsichtige, natürlich auch viel stärker.

Ich habe schon im Artikel Fall, S. 418, gezeigt, daß der Fall schwerer Körper auf dem Jupiter, abgesehen von der Rotation und der abgeplatteten Gestalt dieses Planeten, in der ersten Secunde, statt auf der Erde 15 Fuß, mehr als 37 Fuß betragen müsse; und die Anwendung der obigen Formel gibt ferner die Größe der Schwung- (Flieh-) Kraft unter dem Jupiters-Aequator, welche wir bei uns nur = 7 Linien = $^1/_{289}$ der Schwere gefunden haben, und welche ich dagegen halten wollte, fast = 4 Fuß, also über ($^3/_{37}$) $^1/_9$ der dortigen Schwere.* Eine genauere Rechnung, die ich nun hier nach Mädler und mit Benützung eigener Notizen beibringen werde, läßt daraus aber die Größe des Falles unter den Polen jenes Planeten (also die — s. unten — durch „Schwung" und Ellipticität weiter nicht alterirte Schwere), wie ich diese Vergleichung eben versprochen habe, in folgender Art ableiten.

Nach einem Theorem nämlich, welches der uns aus dem Art. Gravitation, S. 718, bekannte Französische Geometer Clairaut in seiner dort erwähnten „Théorie de la figure de la terre"** (neue Aufl. Paris. 1808. 8.) aufstellt, ist (wenn man die unverminderte Schwere am Aequator = 1 setzt) die

* Ich habe schon oben darauf aufmerksam gemacht, daß der in Folge der Rotation Statt findende Schwung selbst, namentlich unter dem Aequator, nicht verwechselt werden darf mit dem daraus nur erwachsenden, dem Falle entgegenwirkenden Bestreben (der „Mittelpunct-Fliehkraft"), welche ich im Texte „Schwung-Kraft" nenne.

* Man sieht hieraus, und ich hebe dieß ganz besonders hervor, daß selbst auf dem Jupiter, als dem größten aller, und, mit Rücksicht auf die Kürze der Rotationsdauer, dem gewaltigsten Schwunge ausgesetzten Planeten gleichwohl die Schwere noch mehr als hinreichend überwiegt, um, wie ich mich oben mit Verweisung hierher ausdrücke, die Körper auf seiner Oberfläche „festzuhalten" (durch die Schwungkraft nicht entführen zu lassen).

** Das Werk beschäftiget sich nämlich besonders mit der Abplattung des Erdkörpers und der damit in der nachgewiesenen Verbindung stehenden „Schwungkraft."

Schwere-Zunahme vom Aequator zum Pole + der Abplattung = 5/2 des Verhältnisses der Schwungkraft zur Schwere, und also letztere Größe — der Abplattung = jener Zunahme.

Nun hat man:

Unverminderte Fallhöhe (Schwere) am Jupiters-äquator	= 37,7530	Pariser Fuß.
Schwungkraft daselbst	= 3,9905	„ „
Wirkliche dortige Fallhöhe	= 33,7625	„ „
Verhältniß der Schwungkraft zur Schwere 3,9905 : 37,7530 = 0,1075 : 1, welches, 5/2 Mal genommen, gibt	= 0,26425.	
Abplattung (nahe, wie im Art. Jupiter, S. 826) = 1/17	= 0,05882.	
Zunahme vom Aequator bis zum Pole	= 0,20543.	
Dieß, multiplicirt mit der unverminderten Schwere am Aequator (37,753), macht	= 7,7055.	
Also Schwere (Fall in der 1sten Secunde) am Jupiterspole	= 41,468	Pariser Fuß.

Den Fall, oder also die Schwere auf der Erde durchgängig zu 15 Fuß angenommen, so verhält sich dieselbe hiernach zur Schwere unter dem Jupiters-Aequator = 15 : 33; unter den dortigen Polen = 15 : 41; — und 100 Pfund auf der Erde üben demgemäß am Jupiters-Aequator einen Druck von (15 : 33 = 100 :) 220
und an dessen Polen (15 : 41 = 100 :) . . . . 275 Pfunden
aus; und die bei uns etwann 3 Fuß betragende Länge des Secunden-Pendels muß auf dem Jupiter zu resp. 6 und 8 Fuß angenommen werden.

Hierbei könnte nur noch befremden, daß ich für den Jupiter nicht auch, wie sich doch für die Erde ergeben hat, die unverminderte Schwere unter dem Aequator, der Schwere unter den Polen gleich finde; allein dieß rührt eben von der großen Abplattung jenes Planeten her, welcher zu Folge der polare Halbmesser in einem viel bedeutenderen Maße kleiner, als der äquatoreale ist, wodurch aber die Schwere (der Fall; vergl. wieder d. A. l. c.) natürlich modificirt wird.

Leser endlich, welchen die ganze vorangehende Schlußfolge zu kühn erscheinen sollte, mache ich darauf aufmerksam, daß die dabei wesentlich zu Grunde liegende Größe, Rotation und Abplattung des Jupiter (s. d. ganzen Art.) wirkliche Beobachtungs-Resultate sind, an welche ich meine Folgerungen, als nothwendige Consequenzen, nur anknüpfe, so daß sie zugegeben werden müssen, wofern man nicht zugleich die Richtigkeit jener Beobachtungen in Zweifel stellen wollte.

Es bleibt mir also schließlich nur übrig, auch in historisch-literarischer Rücksicht noch hinzuzufügen, daß Newton als der Vater der betreffenden Untersuchungen und sein unsterbliches Werk der „Principia“ an den citirten Stellen, womit man Clairaut's nicht weniger bereits angeführte „Théorie de la figure de la terre“ verbinden mag, als der reichste Quell detaillirterer Forschung über „Schwungkraft“ anzusehen ist.

Sector, s. Quadrant, wo sich bemerkt findet, daß die allgemeine Benennung der „Sectoren“ von den eingetheilten Cirkel-Ausschnitten überhaupt gebraucht wird, und daß man ihnen speciell den Namen Quadrant, Sextant, Octant beilegt, nachdem sie 90°, 60°, 45° halten. — Vom „Zenith-

Sector," wie ein solcher in Abirrung des Lichtes, S. 10, erwähnt wird, handelt ein eigener Artikel.

Secunde, vergl. Grad und Maß, wo die Eintheilung des „Grades" in 3600 Bogen-, und der „Stunde" in eben so viel Zeit-„Secunden" nachgewiesen wird.

Secunden-Pendel, s. Pendel.

See, s. Meer.

Sehewinkel, Gesichtswinkel, Optischer Winkel; Angulus opticus, Angulus visionis s. visorius; *Angle optique*, Angle visuel. Wenn Tafel XV. Fig. 2. in O ein Auge steht, und von den beiden Endpuncten M, N, einer Linie MN gerade Linien nach O gezogen werden, so heißt der Winkel MON der „Sehewinkel;" und man sagt, die Linie MN (z. B. der — vgl. unten — Durch- oder Halbmesser eines Gestirns) erscheine dem Auge O unter diesem Winkel. Man stellt sich hierbei das ganze Auge als einen Punct vor, oder man setzt vielmehr O, den Scheitel des Sehewinkels, in den Mittelpunct der Oeffnung des Augensterns (auch der Krystalllinse). — Die ganze Wichtigkeit der Betrachtung dieses Winkels für uns erhellt aber zunächst aus dem A. Größe, scheinbare, welchen ich daher vorher wenigstens einzusehen bitte. Die Linien MO, NO sind die Wege der Lichtstrahlen, welche von den äußersten Enden der Linie (des Gegenstandes) MN auf die Mitte der Linse kommen; und da man deßwegen von diesen Strahlen annehmen kann, daß sie (vgl. Linsen,* S. 51) ungebrochen durch die Krystalllinsen gehen, so treffen ihre Verlängerungen Om und On die Grenzen des auf der Netzhaut entstehenden Bildes mn vom Gegenstande MN. Indem aber der Abstand dieser Grenzen von einander die Größe des Gegenstandes bestimmt, so ist der Sehewinkel zugleich das Maß der scheinbaren Größe von MN (wohl verstanden, in so weit dieselbe lediglich von der rein optischen Darstellung abhängt, und — vergl. wieder Größe, scheinbare, S. 758 — von allen Einmischungen unseres sonstigen Urtheils frei gedacht wird). In diesem Sinne müssen also die scheinbaren Größen der Linien, oder die scheinbaren Durchmesser der Gegenstände (bei der astronomischen Anwendung hiervon, namentlich der Gestirne) durch den Sehewinkel ausgedrückt und wie Winkel in der Geometrie gemessen werden.

Wenn die Augenare mOM auf das eine Ende M des Gegenstandes gerichtet ist und demnach auf seinen wahren Durchmesser MN (welchen ich hier die wahre Größe nennen will) perpendicular angenommen werden kann, so hat man für sin tot. = 1,

$$\text{tang } O = \frac{MN^{\circ}}{MO},$$

d. h. die Tangente des Sehewinkels ist dem Quotienten der wahren Größe durch die Entfernung gleich. Hieraus lassen sich leicht die nachstehenden Sätze ableiten, von welchen allen (vergl. unten) wir in vielen Artikeln unseres Werkes mit Verweisung hierher Anwendung gemacht haben.

1) Für zwei verschiedene Gegenstände stehen die Tangenten der Sehewinkel im directen Verhältnisse der wahren Größen, und im umgekehrten der Entfernungen vom Auge.

2) Sind die wahren Größen gleich (oder ist also der Gegenstand derselbe), so verhalten sich die Tangenten der Sehewinkel umgekehrt wie die Entfernungen.** Ich komme auf diesen Satz

* Es ist zwar dort nur von Glas-Linsen die Rede; aber man gibt ohne weiteres zu, daß es sich in diesem Bezuge mit der Linse des Auges nicht anders verhalte. Die Kenntniß des Letzteren und seiner oben erwähnten Bestandtheile muß ich hierbei voraussetzen.

* Nämlich MO : MN = 1 : tang O.

** D. h. wenn derselbe Gegenstand (dasselbe Gestirn) erst aus der Entfernung D, wobei der Sehewinkel = a, und nachher aus der Entfernung d unter dem neuen Sehewinkel a' wahrgenommen wird, so hat man tang a' : tang a = D : d, also $\text{tang } a' = \frac{\text{tang } a \,.\, D}{d}$.

Kommt daher (Fig. 3. der Tafel XV.) ein solcher nämlicher Gegenstand ab

unten zurück, und hebe ihn deßhalb in der Note besonders hervor.

3) Sind die Entfernungen gleich, so verhalten sich die Tangenten der Sehewinkel geradehin wie die wahren Größen.

4) Sollen die (Tangenten der) Sehewinkel mehrerer Gegenstände gleich seyn, so müssen sich die wahren Größen direct wie die Entfernungen verhalten.

5) Weil sich kleine Winkel ziemlich genau wie ihre Tangenten verhalten (selbst die Tangente von 2°, nämlich 0,03492, noch sehr nahe dem doppelten der Tangente von 1°, welche 0,017455, und doppelt genommen also, wie jene, 0,03491 beträgt, gleich ist), so kann man in den Sätzen 1. 2. 3. bei kleinen Sehewinkeln ohne merklichen Fehler die Winkel selbst, statt der Tangenten, nehmen.

6) Die obige Formel

$$\text{tang } O = \frac{MN}{MO}$$

gibt auch

$$MN = \text{tang } O \,.\, MO,$$

und $MO = MN \,.\, \cot . O$,*

daß man also von den drei Stücken: Sehewinkel O, wahre Größe MN und Entfernung MO jedes aus den beiden andern finden kann.

Von derjenigen dieser drei Aufgaben der Ableitung einer der drei bezeichneten Größen aus den beiden andern, welche in der Ermittlung der wahren Größe des Halbmessers eines Gestirns aus dem Sehewinkel (scheinbaren Halbmesser) und der Entfernung besteht, will ich hier unter unserem astronomischen Gesichtspuncte ein besonderes Beispiel beibringen.

Der Sehewinkel, unter welchem der Halbmesser der Sonne erscheint (der scheinbare Halbmesser der Sonne) sey nämlich (für eine gewisse Zeit) 16′. Die Tangente hiervon ist 0,0046542. Die gleichzeitige Entfernung der Sonne von der Erde beträgt 24200 Erdhalbmesser. So ist für diese Annahme die wahre Größe des Sonnenhalbmessers = 24200 . 0,0046542 = 112,7 Erdhalbmesser (andere Bestimmungen geben ihn — vergl. Sonne — etwas kleiner).

Was dagegen, zweitens, die Ermittlung des Entfernungs-Verhältnisses eines nämlichen Gestirns in verschiedenen Puncten seiner Bahn aus den entsprechenden scheinbaren Durch- oder Halbmessern („Sehewinkeln"), z. B. der Sonne, betrifft, weßhalb ich oben in Nr. 2. hierher verwiesen habe, so führe ich in Excentricität, S. 402, einen betreffenden Fall des Unterschiedes des (scheinbaren) perihelischen und aphelischen Sonnendurchmessers und des daraus folgenden Entfernungs-Unterschiedes dieses Gestirns von der Erde an.

Drittens und schließlich aber kann man, wenn durch diejenigen Methoden, wozu z. B. wieder für die Sonne im Art. Durchgang Anleitung ertheilt worden, die wahre Entfernung dieses Gestirns, und auf andern Wegen (s. Parallaxe, S. 255) zugleich ihr wahrer Durchmesser berechnet ist, daraus umgekehrt nach der Formel 1. den entsprechenden scheinbaren Durchmesser (Sehewinkel) folgern, und durch dessen nachherige wirkliche Beobachtung jene Rechnung verificiren.

Solchergestalt ist also die ganze Wichtigkeit des „Sehewinkels" in allen den drei nachgewiesenen Fällen seiner astronomischen Anwendung gezeigt, und ich darf den Vortrag darüber hiermit beenden.

Sehungsbogen; Arcus visionis; *Arc de vision.* Unter dem „Sehungsbogen" eines Gestirns versteht man die geringste Tiefe der Sonne unter dem Horizonte des Beobachters, bei welcher ihm dieß Gestirn sichtbar wird. So lange die Sonne nämlich über dem Horizonte

aus der Entfernung cb in die z. B. halbe Entfernung cb′, so ist (natürlich mit Bezug auf denselben Radius cb′) die Tangente a′b′ des nunmehrigen Sehewinkels a′cb′ doppelt so groß, als die Tangente db′ des ersteren Sehewinkels acb; oder, wenn das Verhältniß der Winkel (vergl. oben) unmittelbar für das ihrer Tangenten gesetzt werden darf, so ist der neue Sehewinkel a′cb′ doppelt so groß als der frühere acb.

* Nämlich, MN zum Radius nehmend, MN : MO = 1 : tang N (d. i. cot O).

sieht, verdunkelt ihr übermächtiger Glanz das Licht der übrigen Gestirne, und man kann nur den Mond und die Venus bei Tage sehen, vorausgesetzt, daß die Sonne nicht noch zu hoch ist.* Die übrigen Gestirne werden (vergl. d. Anmerk. — dem bloßen Auge) erst nach Sonnen-Untergange sichtbar, jedoch desto eher, je beträchtlicher ihre scheinbare Größe und je stärker ihr Licht ausfällt.

Wenn man an einer (richtigen) Uhr beobachtet, wie lange Zeit die Sonne untergegangen seyn muß, ehe man ein bestimmtes Gestirn zuerst sehen kann, so läßt sich aus dieser Zeit und dem für den betreffenden Tag Statt findenden Stande der Sonne gegen den Horizont die entsprechende Tiefe der letzteren unter dem Horizonte, d. h. also der Sehungsbogen jenes Gestirns finden. Aber wegen der verschiedenen Güte der Augen und der veränderlichen Beschaffenheit der Atmosphäre müssen die Resultate solcher Beobachtungen natürlich sehr ungleich ausfallen, zumal für die Planeten, bei denen es noch überdieß auf ihre verschiedene Entfernung von der Erde, und, was die „unteren" betrifft, auf die Größe ihres eben erleuchteten Theiles ankommt. So setzt Ptolemäus (wie ich, ohne weitere Bezeichnung der Stelle im „Almageſt", in meinen Notizen finde) den „Sehungsbogen" für Merkur und Jupiter = 10, und Hevel (der Danziger Astronom), welcher ein sehr scharfes Auge hatte, dagegen nur auf 3°, weßhalb ich auf Weiteres hierüber auch nicht eingehe, sondern nur noch bemerke, daß man den (gewöhnlich zu 18° angenommenen) Sehungsbogen der kleinsten Sterne als „Grenze der Dämmerung" (vgl. d. Art. S. 221) bezeichnet.

Seleniten, so viel als Mond- („Selene") Bewohner.

Sextant; Sextans; *Sextant.* In allgemeiner Bedeutung des Wortes der sechste Theil eines Kreises, ein Sector (vergl. d. Art.) von 60°. Gewöhnlich wird aber darunter der Hadley'sche (Hadley, Vicepräsident der Königlichen Societät zu London, als welcher er 1731 die Erfindung dieses Winkelmeß-Instruments machte) Spiegel-„Sextant" verstanden, dessen übrigens unveränderte Einrichtung man jedoch zum Seegebrauche noch häufiger auf den Octanten (Sector von $^{360}/_{8}$ = 45°) anwendet, von welchem ich unter dem Namen Spiegel-„Quadrant" in letzterem eigenen Artikel handle (wo auch der Grund der Substitution der Benennung „Quadrant" für den dabei eigentlich doch nur in Rede stehenden „Octanten" vorkommt). — Hinsichtlich des „Sextanten" selbst bemerke ich nur in sprachlicher Hinsicht noch, daß man dieß Werkzeug oft „übergetheilt" nennt, welches sagen will, daß er an beiden Seiten noch etwas mehr als eben seine genauen 60° enthalte.

Siderische Revolution, s. Revolution, wo gezeigt wird, daß die unter „siderischer Revolution" zu verstehende Rückkehr, z. B. eines Planeten, zum nämlichen Fixsterne („Sidus") bei Voraussetzung vollkommener Unbeweglichkeit dieses letzteren allein in aller Strenge der wahre Umlauf ist. Ferner hebe ich in diesem Bezuge nochmals hervor, daß der Unterschied zwischen der Dauer einer solchen „siderischen" und der tropischen Revolution desselben Gestirns mit der Dauer der Revolution dieses Gestirns überhaupt zunimmt, wovon man den Grund (vergl. ein numerisches Beispiel in Pallas, S. 245) leicht einsieht.

Solstitien, s. Sonnenwenden.

Sommer; Aestas; *Été.* Eine der vier Jahreszeiten (vergl. den Collectiv-Artikel), welche zwischen den Frühling und Herbst fällt, vom längsten Tage, an welchem die Sonne den höchsten Mittagsstand erreicht, anfängt und sich mit dem Tage der Herbstnachtgleiche endiget. In unsern Ländern (gemäßigte Zone — vergl. unten — der Nordhalbkugel) bestimmt der Eintritt der Sonne* in den

* Dieß bezieht sich jedoch nur auf die Betrachtung mit bloßem Auge; durch hinreichend lichtstarke Fernröhre (vergl. d. Art. S. 430) dagegen erblickt man nicht nur jene beiden Gestirne, sondern selbst Fixsterne (wenigstens erster Größe) am hellen Mittage.

* Ich unterstreiche oben „Sonne," weil (s.

Krebs (in sein Zeichen, vergl. d. A.) den Anfang, und der Eintritt in die Wage das Ende des „Sommers." Demgemäß hebt diese Jahreszeit bei uns „um"* den 21sten Juni an und hört um den 23sten September auf.

In der südlichen (der entgegengesetzten) Halbkugel dagegen erreicht die Sonne ihren höchsten Mittagsstand und macht demnach den längsten Tag zur Zeit ihres Eintrittes in den Steinbock; hier fängt also der Sommer am 21sten Decbr. (dem, unserem Sommersanfange des 21sten Juni auch gerade um ein halbes Jahr entgegenliegenden Tage) an, und endiget um den 20sten März (unserem Frühlingsanfange und unserem Winterende).

In der heißen Zone (ich habe oben in Betreff des folgenden Unterschiedes von den „gemäßigten" Zonen hierher verwiesen) gibt es, wie man sich leicht vorstellig macht, jährlich zwei Tage, an denen die Sonne durch den Scheitel geht, und man müßte also, soweit der höchste Sonnenstand die Sache bestimmen hilft, für diese Zone eigentlich auch zwei Sommer annehmen; allein unser Begriff „Sommer" (wenigstens als Gegensatz von Winter) paßt überhaupt auf Länder nicht, in denen unter jenem Gesichtspuncte der Witterung immer Sommer (nie Winter) ist.

Dem in der vorn nachgewiesenen Art von diesem höchsten Sonnenstande abhängig gemachten astronomischen „Sommer"-Anfang für die gemäßigten Zonen (auf welche ich mich also, auch von den Polarregionen absehend, hier beschränke) entspricht jedoch der physische Sommer-Anfang in so fern nicht, als die größte Sommerhitze „meistens"* nicht, wie man doch auf den ersten Blick erwarten möchte, zugleich mit diesem höchsten Mittagsstande der Sonne, sondern gewöhnlich erst einige Zeit nachher eintritt, weil sich nämlich die Wirkungen natürlich erst dann am stärksten offenbaren, wenn ihre Ursachen einige Zeit gedauert haben (auf dem Nachbar-Planeten Mars, auf welchen ich im gegenwärtigen Bezuge hinten nochmals zurückkomme, wird — vergl. d. Art. S. 78 — Aehnliches beobachtet).

Noch und besonders ist unter unserem astronomischen Gesichtspuncte hervorzuheben, daß für die nördliche Halbkugel des Planeten Erde und für jetzt (ich komme gleich auf dieses „jetzt") der astronomische (wie ich ihn oben abgrenze) Frühling und „Sommer" zusammen etwann 7** Tage länger als der Herbst und Winter dauern, wogegen für die entgegengesetzte südliche Halbkugel auch gerade der Gegensatz Statt findet. Dieß rührt ganz einfach daher, daß der Sommer der Nordhalbkugel in die Sonnenferne fällt, wo die Erde, wie ich nun gleich näher aufklären werde, langsamer in der Bahn fortrückt, als im Winter, indeß für die Südhalbkugel also natürlich gerade der umgekehrte Fall Statt hat.

Ich bitte die Leser nämlich, sich zu einer solchen genaueren Einsicht hiervon die elliptische (denn gerade diese Gestalt ist hier entscheidend) Jahresbahn

d. A. Ekliptik, S. 298) ihrem nur scheinbaren Eintritte in den Krebs der wirkliche Eintritt des sie umkreisenden Planeten Erde in den, dem Krebse diametral gegenüberliegenden Steinbock entspricht (vergl. hinten, wo ich hierauf zurückkomme).

* Man könnte mich fragen, warum ich oben statt bestimmt am nur unbestimmt „um" sage? Die Antwort im A. Kalender, S. 844 und 849.

* „Meistens." In der That beobachtet man auffallende Ausnahmen; die größte Sommerhitze hat zuweilen sogar vor dem Solstitium, also vor dem astronomischen Sommer-Anfange Statt. — Wärme und Kälte hangen zwar großentheils, aber doch nicht allein vom Sonnenstande ab, worüber ich mich jedoch mit dieser Andeutung begnüge, da mich die Verfolgung des Gegenstandes sehr weit führen würde.

** Die Leser finden bei andern Schriftstellern und auch in früheren Artikeln meines Werkes, z. B. im Art. Mars, S. 76, 8 Tage; eigentlich sind es $7^d\ 20^h$; — ich habe aber bei der folgenden Rechnung, des schnellsten Ueberblickes wegen, von den überschießenden „Stunden" abgesehen.

der Erde mit ihrer großen Axe und der Sonne in demjenigen Brennpuncte, welcher solchergestalt den „Centralpunct“ abgibt, recht zu versinnlichen. Das eine Ende dieser großen Axe ist danach die Sonnenferne; und hierher gelangt die Erde bei ihrem Bahnlaufe, wie gesagt, zu derjenigen Zeit, ungefähr um das Ende Juni, da gerade die Nordhalbkugel zur Sonne hingeneigt ist und demnach „Sommer“ hat. Indem dieser Sommerpunct (vergl. d. folgend. Art.) solchergestalt aber, wenigstens beiläufig, das Ende der großen Axe einnimmt, fällt der (in Bogen um 90°, in Zeit um ¼ Jahr vorauf liegende) Frühlingspunct* auch wieder nahebei in das eine Ende der kleinen Axe; denn also bringt es eben die Beschaffenheit der Ellipse mit sich. Von diesem Puncte ab, durch unsern Sommerpunct (also den Sonnenferne-Punct) bis zum andern Endpuncte der kleinen Axe, dem somit dem Frühlingspuncte diametral gegenüber liegenden Herbstpuncte, durchläuft die Erde demnach diejenige Hälfte** ihrer elliptischen Bahn, in welcher der „Central-“ (der Kraft-) Punct nicht liegt, und in welcher die Bewegung aus diesem Grunde langsamer erfolgt; — und dieß ist denn der eigentliche Grund der längeren Dauer des Sommers der nördlichen Halbkugel,*** über welchen ich mich hier bestimmter auslassen wollte.

Zugleich kann ich aber nunmehr auf das „jetzt“ kommen, dessentwegen ich oben hierher verwiesen habe, daß nämlich nur für jetzt der „Sommer“ der nördlichen Halbkugel länger als der der südlichen sey. Denn wir haben gesehen, daß dieß von dem (nahen) Zusammenfallen unseres Sommerpunctes mit dem Puncte der Sonnenferne abhing, welches für jetzt Statt findet, und also dauernd seyn müßte, wenn jenes Verhältniß gleich dauernd seyn sollte. Allein weder der eine, noch der andere dieser beiden Puncte haben eine feste Stelle am Himmel; die „Sonnenferne“ rückt (vergl. Apsiden) langsam nach Osten; der „Sommerpunct“ (zugleich mit den Nachtpuncte der kleinen Axe ihrer elliptischen Bahn, welcher also, wie gesagt, ungefähr dem Frühlingspuncte entspricht, den 29sten März ein, geht von da durch unsern Sommerpunct und erreicht den entgegengesetzten Endpunct der kleinen Axe (ungefähr den Herbstpunct) am 1sten October. Zwischen dem 29sten März (einschließlich) und 1sten October (ausschließlich) liegen aber (3 + 30 + 31 + 30 + 31 + 31 + 30) . . . . . 186 Tage,
und vom 1sten October (einschließlich) bis 29sten März sind dagegen nur (31 + 30 + 31 + 31 + 28 + 28) 179 —
so daß der Unterschied (etwann; ich habe von den Stunden abgesehen) . . 7 Tage
beträgt, um welche der Frühling (vgl. d. Art. S. 583) und „Sommer“ unserer nördlichen Halbkugel länger als ihr Herbst und Winter dauern (d. h. die Erde durchlauft die Hälfte ihrer elliptischen Bahn vom einen Endpuncte der kleinen Axe durch die Sonnenferne, wo ihre Bewegung die langsamste ist, bis zum andern Endpuncte in 186, und die entgegengesetzte Hälfte, wo die Bewegung in der Sonnennähe am schnellsten ausfällt, schon in 179 Tagen; 186 + 179 = 365 Tage = dem ganzen Jahresumlaufe, abgesehen von den Stunden).

* Ich habe schon oben mit Verweisung hierher darauf aufmerksam gemacht, daß, wenn die Sonne in diesem „Frühlings-“ (dem Widder-) Puncte (♈) erscheint, der Planet Erde sich dagegen in der Bahn wirklich im diametral entgegengesetzten Puncte der Wage (♎) befindet. Wofern sich meine Leser also selbst eine Figur, deren Beibringung ich überflüssig gefunden habe, zeichnen wollten, so müssen Sie sich hierbei ja nicht irren.

** Ich setze dabei voraus, daß die Leser die vermittelst dieser kleinen Axe in zwei gleiche und symmetrische Hälften getheilte Ellipse, in deren einer, durch die Sonnennähe bezeichneten, zugleich der „Kraftpunct,“ die Sonne, liegt, recht vor dem geistigen Auge haben.

*** Die Erde trifft in jenem ersten End-

gleichen, s. d. Art.) dagegen langsam nach Westen; und also kommen diese beiden Puncte vielmehr allmälig mehr und mehr auseinander, und werden demgemäß erst nach mehreren Jahrtausenden in einer solchen gegenseitigen Stellung, wie etwann die jetzige, wieder mit einander zusammentreffen.* — Dieß wird über die vorliegende Frage, in Bezug auf den Planeten Erde, genügen.

Dagegen ist es unendlich interessant, daß auf dem Nachbarplaneten Mars (und zwar aus den nämlichen Gründen, auch bloß für „jetzt") dasselbe Verhältniß, jedoch in einem viel stärkeren Maße Statt findet; der dortige Frühling und Sommer der Nordhalbkugel dauern zusammen 372, der Herbst und Winter nur 296 dortige Tage (das Jahr des Mars ist = 372 + 296 = 668 Marstage), daher der Unterschied, statt bei uns 7 bis 8 Tage, vielmehr 76 Tage austrägt.** — Ich weise dieß im betreffenden Art. Mars, dessen Vergleichung ich überhaupt empfehle, besonders S. 76 genauer nach, und beschließe mit dieser Empfehlung den gegenwärtigen Vortrag über „Sommer."

* Der Sommerpunct liegt jetzt etwann 9° westlicher, als die Sonnenferne, beide entfernen sich alle 100 Jahr um 1°,7 weiter von einander, und müssen demnach in dieser Art noch (360 − 9 =) 351° zurücklegen, um neuerdings völlig zusammenzutreffen (wie sie dieß also jetzt noch nahe sind) daher 100 : 1,7 = x : 351, und x etwann = 20 Jahrtausenden, während welcher langen Periode natürlich die verschiedensten Stellungen zwischen der „Aequinoctial-" und „Apsidenlinie" eintreten. — Ich glaube, nicht weiter darauf eingehen zu dürfen; die Hauptsache ist aber somit vollkommen klar gemacht.

** Schon Bd. I. S. 584 ist ein Unterschied des bloßen Frühlings auf der Mars-Nordhalbkugel gegen die Südhalbkugel von 42 Marstagen nachgewiesen. — Zweifelsüchtigen Lesern bemerke ich übrigens, daß diese Angaben die Autorität des genauen Dorpater Astronomen Mädler für sich haben.

Sommerpunct, Sommersonnenwende; Punctum solstitii aestivi; *Solstice d'été*. Was hierunter bei Betrachtung der wirklichen Jahres-Bewegung der Erde (in ihrer Bahn) um die Sonne zu verstehen sey, ist im vorangehenden Artikel „Sommer" hinreichend nachgewiesen worden. Gewöhnlich bezieht man sich aber dabei vielmehr auf die bloß scheinbare jährliche Bewegung der Sonne um die Erde, unter welcher Voraussetzung (unser) „Sommerpunct" denjenigen Punct der Ekliptik bedeutet, in welchem die Sonne bei diesem ihrem scheinbaren jährlichen Umlaufe die größte nördliche Abweichung erhält, und in welchen sie um* den 21sten Juni, d. h. zu Anfange unseres Sommers tritt. Da sie in demselben dem Nordpole am nächsten steht, so hat sie alsdann für die Orte der von uns bewohnten nördlichen gemäßigten Zone (und die ich deßhalb hervorhebe) die größte Mittagshöhe, daher wir zu dieser Zeit der längsten Tage genießen. Dieser Punct ist der Anfang vom Zeichen des Krebses, wie man sich (vergl. Zeichen) noch ausdrückt, obwohl das Sternbild des Krebses selbst diesen Ort längst verlassen** hat, und der „Sommerpunct" daher jetzt wirklich in das Bild der Zwillinge, etwann vor die Füße des Castor, fällt. Vom Frühlingspuncte, dem Durchschnitts- und Zählungsanfangspuncte der Ekliptik und des Aequators, ist unser Sommerpunct 90° östlich entfernt, so daß seine Länge sowohl als seine gerade Aufsteigung (stets) 90° (3 Zeichen) beträgt; seine

* Weßhalb hier „um" statt des bestimmten am steht, darüber der Nachweis im vorangehenden Art. Sommer.

Unter „unserem" Sommer wird hier aber natürlich der Sommer der von uns bewohnten nördlichen Halbkugel verstanden.

** Ueber die Gründe dieses „Verlassens" muß man den Art. Vor- (Zurück-) Rücken der Nachtgleichen vergleichen, und sich nur daran erinnern, daß der Sommerpunct immer in gleicher Entfernung von den „Nachtgleichen" bleibt, also ihre Bewegung, deren Folge eben das „Verlassen" ist, nothwendig theilt.

Abweichung ist, dem Angeführten gemäß, nördlich und der Schiefe der Ekliptik (vergl. d. A.) gleich. Durch diesen Punct geht, parallel mit dem Aequator, der Wendekreis (s. Wendekreise) des Krebses.

Will man aber hiernächst schließlich den Begriff eines „Sommerpunctes" auch auf die südliche Halbkugel ausdehnen, so liegt dieser südliche „Sommerpunct" dem unserigen in der Ekliptik diametral gegenüber, also in 270° (9 Zeichen) der Länge und geraden Aufsteigung, im Anfange vom Zeichen des Steinbocks; und es gilt von demselben, wenn man nur statt „nördlich" südlich, und statt „Wendekreis des Krebses" Wendekreis des Steinbocks sagt, und die Erreichungszeit, statt auf den 21sten Juni, auf den 21sten December setzt, übrigens alles das Vorangeführte.*

Sommersonnenwende, s. Sonnenwenden.

Sonne; Sol; *Soleil.* Der Centralkörper unseres** Systems; von den Astronomen, wie ich gleich bemerke, mit ☉ bezeichnet. Die „Sonne" ist, in mechanischer Rücksicht, durch ihre Stellung im Kraftpuncte des Systems und ihre überwiegende Massengewalt die Hauptregiererin, die Königin der gesammten planetarischen Bewegungen, in physischer Rücksicht aber durch die, diesem ihrem Systeme allein*** beiwohnende Eigenschaft der Licht- und Wärme-Entwicklung zugleich die Spenderin alles Lebens. Ihre Gegenwart über dem Horizonte verbreitet auf der Oberfläche des Planeten Erde, auf welchen wir, als Bewohner desselben, sie natürlich zunächst beziehen, das Licht des Tages, vor dessen Glanze alle andern Gestirne erbleichen; ihre Verbergung unter dem Horizonte veranlaßt die Dunkelheit der Nacht. Ihre Strahlen erregen in den ihnen ausgesetzten Körpern diejenige fühlbare Wärme, welche zur Erhaltung und zum Wachsthume der organischen Schöpfung unentbehrlich ist. Diese Wärme wird desto stärker, je länger die Körper sie einsaugen, je mehr Strahlen von diesen Körpern aufgefaßt werden, und jemehr sich der Einfallswinkel der Strahlen dabei dem rechten nähert.* Daher wird der verschiedene Stand der Sonne gegen die verschiedenen Stellen der Oberfläche des Planeten Erde (oder vielmehr aller Planeten, von denen ich, wie gesagt, die Erde, als unsern Planeten, nur besonders gern als Beispiel auszeichne) die Ursache der abwechselnden Taglängen, Jahreszeiten und Temperaturen, wovon die jährlich wiederkehrende Fruchtbarkeit des Bodens, die Eintheilung, die Beschaffenheit des Klimas u. s. w., kurz das Leben überhaupt abhängt.

Die neuere Sternkunde lehrt aber, angedeutetermaßen, daß die „Sonne" nicht

* Dieser Sommerpunct der südlichen Halbkugel ist natürlich der Winterpunct der nördlichen, unter welcher letzteren Bezeichnung ich besonders davon handle.

** Ich hebe das Wort „unseres" hervor. Von einem (s. d. folgende Anmerk.) großen Theile der Fixsterne darf (vergl. d. A. S. 541) mit Bestimmtheit angenommen werden, daß sie nicht weniger „Sonnen" in der nämlichen Bedeutung zugleich Licht und Wärme verbreitender „Centralkörper ihrer eigenen Systeme," ihrer Planeten-Umgebungen sind.

*** Auch dieß „allein" bedarf einer Bevorwortung; die Doppelsternsysteme (vergl. wieder d. Art. Fixsterne, S. 560) haben uns, im Gegensatze der in der vorausgehenden Anmerkung erwähnten Fixsterne („Sonnen"), welche (gleich der unsrigen) nur von Planeten umringt sind, vielmehr Centralsonnen mit einem Gefolge von Sonnen, also auch selbstleuchtenden Gestirnen, wenn gleich niederer Ordnung, als jene „regierende" Centralsonne, kennen gelehrt.

* Die uns im Winter nur sehr schief treffenden Sonnenstrahlen besitzen eine geringe Erwärmungsfähigkeit im Vergleiche zu denjenigen, welche im Sommer näher bei unserem Zenith einfallen. — Weitere Untersuchungen über die physische Beschaffenheit des Sonnenlichtes gehören vor das Forum der allgemeinen Naturlehre, und dürfen unter dem speciellen astronomischen Gesichtspuncte nicht verfolgt werden.

allein die Erde, sondern auch die übrigen Haupt- und Nebenplaneten ihres Systems, gleichwie die Kometen erleuchtet und erwärmt, und daß sie in dem durch diese sämmtlichen Gestirne in Verbindung mit ihr gebildeten Systeme den vorzüglichsten Platz, den Kraftpunct der Bewegung, einnimmt, und von demselben aus jene untergeordneten Systemskörper zwingt, Bahnen um sie zu beschreiben. Die Sonne ist also, um es nochmals zu wiederholen, als Regiererin und Erhalterin im Systeme, der erste und vornehmste Körper dieses Ganzen;* und ich muß deßhalb von ihr mit derjenigen Ausführlichkeit handeln, auf welche ich meine Leser hierdurch vorbereite.

Unsern Blicken stellt sich dieses bewundernswürdige Gestirn der Sonne als eine kreisrunde Scheibe dar, wiewohl ihr Glanz zu lebhaft ist, um, wenigstens dem unbeschützten Auge, eine nähere Betrachtung zu gestatten. Von den Mitteln solcher genaueren Beobachtungen und den sodann auf der Oberfläche der Sonne wahrnehmbaren Flecken, „Sonnenflecken," handle ich vorläufig schon zu Schlusse dieses Vortrages, im Detail aber, und wie ich mir hierdurch gleich ausbedinge, in einem besondern, dem gegenwärtigen unmittelbar folgenden Artikel. Anticipirend bemerke ich in diesem Bezuge nur, daß die „Flecke" (nach Anleitung der dazu, z. B. in Mars, S. 72, gelehrten Methode) gedient haben, eine Umwälzung der Sonne um ihre Axe, eine Rotation, nach Art der Rotation unserer Erdkugel, nachzuweisen, wozu der (vergl. unten) ungeheure Sonnenkörper aber (statt des Einen Tages unseres kleinen Planeten) 25½ Tage gebraucht. Da nun die Sonne, dieser Rotation unerachtet, stets in der angegebenen kreisrunden Scheibengestalt erscheint, so folgt hieraus, daß sie eine Kugel seyn muß, indem die Eigenschaft, sich in jeglicher Lage kreisrund zu zeigen, unter allen Körpern nur der Kugel beiwohnt.

Die Sonne theilt nicht nur mit den übrigen Gestirnen die tägliche Bewegung von Morgen gegen Abend, sondern es wohnt ihr unter den Fixsternen auch diejenige scheinbare jährliche Bewegung umgekehrt von Abend gegen Morgen bei, von welcher wir wissen, daß dieselbe vielmehr die Folge der wirklichen jährlichen Umlaufsbewegung unseres Planeten Erde um die Sonne ist. Ich habe über diese Substitution des also eingebildeten Jahreslaufes der Sonne, statt der wirklichen Revolution des Planeten Erde, und über deren Zulässigkeit hinsichtlich der Erscheinung am Himmel an vielen Stellen meines Werkes*, namentlich im Art. Ekliptik (S. 298) gehandelt, und darf dazu, mir vorbehaltend, auf das wahre Sachverhältniß und die Ungleichheiten dieser Bewegung unten zurückzukommen, vorläufig hier nur noch bemerken, daß man deßwegen der „Ekliptik," wiewohl sie also die eigentliche Jahresbahn der Erde um die Sonne abgibt, doch auch den Namen „Sonnenbahn" beilegt. Dieser Vorstellung gemäß ist demnach die Sonne einer (vergl. das gleich Folgende) Verbindung der obigen täglichen (von Osten nach Westen gehenden) mit der jährlichen (vielmehr nach Osten gerichteten) Bewegung unterworfen; — und diese Verbindung ist es denn, deren schon Ovid in den schönen Versen:

„Adde, quod assidua rapitur vertigine coelum

* „*Sol*, amplissima magnitudine ac potestate, praeclarus, eximius, omnia intuens!" sagt schon Plinius in der H. N. — Ich kann die Stelle nicht gleich wieder auffinden; sie wird aber wohl im 2ten Buche stehen.

* Ich gehe deßwegen auch in ein besonderes Detail über die Dauer dieser „Revolution" hier nicht erst ein; diese Dauer der Revolution, ob man die Bewegung nur der Sonne oder der Erde beilege, beträgt immer ein Jahr, in welchem Artikel weitläuftig davon gehandelt wird. Wohl aber muß man der Sonnenbewegung, wenn man sie also der Bewegung des Planeten Erde substituirt, Elemente zu Grunde legen, welche ich daher unten bei Erwähnung der neuesten Sonnentafeln beibringen werde.

Sideraque alta trahit celerique volumine torquet.
Nitor in adversum, nec me (qui caetera) vincit
Impetus, et rapido contrarius evehor orbi.“ *

erwähnt, und welche die neuere Astronomie (l. c.) so glücklich zu erklären weiß.

Die alten Astronomen,** welche die Unbeweglichkeit unseres Planeten behaupteten, mußten sich, Behufs einer Erklärung jener Verbindung der täglichen und jährlichen Bewegung, die Sonne in Spiralgängen um die Erde laufend denken, indem sie dieses Gestirn täglich etwas in dem „schiefen Kreise“ der Ekliptik nach Osten fortrücken, und von jedem solchergestalt erreichten Puncte dieses „schiefen Kreises“ zugleich einen andern (einen neuen) Tagkreis in westlicher Richtung um die Erde beschreiben ließen, wobei, wie leicht gefunden wird, in der That eine solche „Spirale“ entsteht. Wenn man diese Erklärung, indem man sich die „schiefe“ Lage der Ekliptik gegen den Aequator versinnlichet, recht durchdenkt, so wird man genauer einsehen, welche wichtige Bedeutung die Anwendung der Vorstellung eines solchen „schiefen Kreises“ der Sonnenbahn für die Alten hatte, indem in ihrem Sinne allein die „Schiefe“ den Vorgang bedingt; — und ich habe diesen Ausdruck deßhalb auch in dem Art. Ekliptik so sorgfältig hervorgehoben, und bitte um Vergleichung des Artikels.

Was hiernächst die Entfernung der Sonne von der Erde anbetrifft, so lehrten schon die Sonnenfinsternisse, bei welchen der Mond sichtbarlich zwischen uns und die Sonne tritt, im Allgemeinen, daß die letztere weiter als der erstere von der Erde entfernt sey. Wie weit aber eigentlich? ist eine andere und schwerer zu beantwortende Frage; und diese genaueste Bestimmung, auf welche ich übrigens auch unten zurückkomme, ist (vergl. d. A. Durchgang, S. 243, und Parallaxe, S. 260) erst der neueren Astronomie geglückt.

Wie schwankend dagegen die Begriffe der Alten von dieser eigentlichen Sonnen-Entfernung gewesen seyen, findet man beim Plinius H. N. II. 21. 23. Pythagoras soll danach die Weite von der Erde bis zum Monde = 126000 Stadien (zu 1/32 deutsche Meile, wie man gewöhnlich rechnet, — statt der wahren 50000 — etwann 4000 solche Meilen), von da ab zur Sonne aber (wofür wir 20 Millionen Meilen finden) nur doppelt so groß angeschlagen haben. Eben so willkürlich sind (l. c.) die Angaben des Posidonius; und Plinius selbst ist auch nicht genauer.

Aristarch von Samos (dieser uns schon aus früheren Artikeln bekannte Griechische Astronom des dritten Jahrhunderts vor Christus) lehrt in seinen auf uns gekommenen Schriften,* zuerst eine, wenigstens in der Theorie wirklich sinnreiche Methode, die Entfernung der Sonne von der Erde aus Beobachtungen der Mondsviertel abzuleiten, welche Methode

* Metam. II. 70. Phöbus zum Phaëthon sprechend („Ovid's Metamorphosen.“ Deutsch v. Dr. J. E. Nürnberger. Prenzlau, Ragoczy. 1831. 5 B. 12. l. 46.):

„Nimm hierzu, daß die Welt sich wirbelnd dreht,
Daß sich in ewgem Kreis umher die Sterne schwingen.
Ich, den der Wirbel nicht bezwingen kann,
Trotz bietend, wag' ich es, entgegen ihm zu dringen;
(Du aber, was fingst du dagegen an?).“ —

** Bei der besondern Beschaffenheit des Gegenstandes, welcher natürlich schon in den frühesten Zeiten die allgemeine Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen mußte, finde ich mich nämlich veranlaßt, meinen dießmaligen Vortrag alsbald unter diesem gleichzeitigen historischen Gesichtspuncte anzuordnen.

* Edit. Lat. a *Feder. Cammandino.* Pisauri. 1572. — Ich betrachte Aristarch's scharfsinniges Verfahren hier nochmals, indem man den ganzen Werth endlicher exactester Bestimmung eines so wichtigen Elements wie die Sonnenentfernung erst durch die Kenntniß der mannigfachen vorausgegangenen vergeblichen Bemühungen um diese Bestimmung recht schätzen lernt.

ich schon in Mond, S. 146, mit Verweisung wegen des Näheren hierher erwähnt habe. In dem Augenblicke nämlich, da die Mondscheibe eben genau halb erleuchtet erscheint, d. i. im Augenblicke der (Mondphasen, S. 176) Dichotomie, bilden die Mittelpuncte der Sonne, der Erde und des Mondes (Figur 4. der Tafel XV.) das Dreieck STL, welches am Monde (der also eben in der Quadratur ist) bei L einen rechten Winkel hat. Wäre die Weite TS der Sonne von der Erde unendlich groß, dergestalt, daß TL dagegen gar kein meßbares Verhältniß mehr hätte, so würde der Winkel bei T auch ein rechter seyn, und die „Dichotomie" müßte dann eben eintreten, wenn der scheinbare Abstand (die Elongation) LTS des Mondes von der Sonne genau 90° betrüge. Dem ist aber nicht so; scharfe Beobachtungen geben die Elongation des Mondes, den Winkel bei T, im Augenblicke der Dichotomie etwas (aber freilich sehr wenig) kleiner als 90°. Wird nun dieser Winkel T im bezeichneten Augenblicke mit aller Präcision gemessen, so hat man, mit Bezug darauf, die gesuchte Weite der Sonne von der Erde

$$TS = \sec T \,.\, TL,$$*

woraus also diese Weite im Verhältnisse zur Entfernung TL des Mondes von der Erde folgt. Aristarch setzt aus seinen Beobachtungen $T = 87°$, und findet solchergestalt die Entfernung der Sonne von der Erde 18 bis 20 Mal größer, als die des Mondes;** unsere Tafeln würden ihm 19 1/10 gegeben haben, indem, für die zur Einheit genommene TL, $\sec 87° = TS = 19{,}10$. Allein auch abgesehen von andern praktischen Schwierigkeiten dieses Verfahrens, so fällt sogleich in die Augen, daß der präcise Moment der Dichotomie nicht mit hinreichender Schärfe wahrzunehmen ist, und daß gleichwohl die geringste Aenderung des hier genau für einen rechten angenommenen Winkels bei L das Verhältniß TS : TL sehr stark ändert.

Nachherige Anwendungen desselben Verfahrens haben daher auch immer andere, nie aber genaue Resultate geliefert, und die Idee hat also, wieviel Ehre sie dem Griechen bringt, von der jetzigen Astronomie nicht weiter verfolgt werden dürfen. Eben so verhält es sich mit einer ähnlichen, von dem uns vielfach bekannt gewordenen ausgezeichneten späteren Griechischen Astronomen Hipparch angewendeten Methode zur Ermittlung der Sonnen-Entfernung, welche Methode zwar nicht weniger Scharfsinn verräth, aber darum doch keine mehrere praktische Brauchbarkeit hat, daher ich mich, nachdem ich durch die voraufgehende Auseinandersetzung wenigstens ein detailirtes Beispiel früherer verfehlter Bestrebung beigebracht habe, begnüge, des Weiteren wegen auf Ptolemäus „Almagest."* Lib. V. Cap. 15. zu verweisen, wo sich Hipparchs ganze, ziemlich verwickelte und weitläuftige Rechnung findet.

Mit der Verbesserung der Instrumente und der Beobachtung in den Folgeperioden, namentlich seit dem Wiederaufblühen der Wissenschaften, sodann, ergab sich die Entfernung der Sonne von der Erde immer größer, und also die Horizontal-Parallaxe dieses Gestirns, worauf es — vergl. nochmals den schon citirten Artikel — wie ich nun bemerken muß, hierbei ankommt, immer kleiner.**

* Nämlich, TL zum Radius nehmend,

$$1 : TL = \sec T : TS,$$

welche Proportion die obige Gleichung gewährt.

** Unsere neueren Bestimmungen geben sie dagegen $\frac{20000000}{50000} = 400$.

* Ich bemerke auf diese Veranlassung, daß eine neueste Ausgabe dieses Werkes von Halma, zu Paris, 1813–15. 2 B. 4. erschienen ist. — Leser indeß, welche sich nicht zum Originale wenden wollen, verweise ich an die schon öfter erwähnte deutsche Bearbeitung: „Ptolemäus Beschreibung der Gestirne." Berlin. 1795. 8. durch den verewigten Preußischen Hof-Astronomen Bode, welche Arbeit dem Verlangen der Meisten genügen wird.

** Ich erinnere zur schnellsten Uebersicht aus diesem Artikel daran, daß unter „Horizontal-Parallaxe der Sonne" der Winkel verstanden wird, den zwei Gesichtslinien, welche mit dem Erdhalbmesser, als dritter Seite, ein rechtwinkliges Dreieck bilden, am Sonnen-

Tycho de Brahe, der berühmte Dänische Astronom des 16ten Jahrhunderts, nahm diese (Horizontal-) Parallaxe der Sonne noch zu 3 Minuten, unser großer Kepler nur noch zu 1′, Hevel (der Danziger Astronom) = 40 Secunden, Riccioli (B. I. S. 343) = 28″, und Wendelinus (Canonicus zu Condé in Flandern, um 1650) bloß = 15″ an. Gleichwohl verlohnte die genaueste Bestimmung derselben, auf welche ich, bevorwortetermaßen, jetzt komme, doppelt der Mühe, seitdem durch Kepler's Regeln (s. d. A.) die verhältnißmäßigen planetarischen Entfernungen bekannt waren: denn indem man danach nunmehr z. B. schon wußte, daß Jupiter 5′/3 Mal weiter als die Erde von der Sonne absteht, so konnte jener Abstand auch in bekannten Maßen sogleich angegeben werden, wenn nur letzterer darin bekannt war.

Dieser Bezug auf die verhältnißmäßigen Abstände der Planeten von der Sonne gab jedoch dem älteren Cassini (Stammvater der von uns vielfach und nur erst noch vorn, S. 218, erwähnten, sogenannten „astronomischen Familie per excellentiam") die fruchtbare Idee ein, die wegen der weiteren Entfernung kleinere und also unmittelbar schwerer zu beobachtende Sonnen-Parallaxe vielmehr aus der größeren Parallaxe eines näheren Planeten nur mittelbar abzuleiten. Ich habe, wieder im Art. Parallaxe, S. 259, aus einander gesetzt, in welcher Art Cassini demgemäß hierzu den Planeten Mars anwendete, dessen Horizontal-Parallaxe Er bei einer Opposition = 24″, und daraus die entsprechende wirkliche Entfernung von der Erde = 8000000 Meilen ermittelt hatte. Das Verhältniß dieser Entfernung zur Entfernung der Sonne von der Erde = 2 : 5 war aber, wie gesagt, durch Kepler bekannt; und da sich die Horizontal-Parallaxen, bevorwortetermaßen, umgekehrt wie die Entfernungen verhalten (kleiner werden, wenn die letzteren wachsen), so hatte Cassini also die Proportion 5 : 2 = 24″ : Sonnen-Parallaxe,* woraus die letztere somit = 9⅗ Secunden kam.

Das vortrefflichste Mittel zu dieser Bestimmung gewährten jedoch die Durchgänge der Venus durch die (Vorübergänge vor der) Sonnenscheibe, wobei uns Venus (in ihrer zu dieser Zeit also Statt findenden unteren Conjunction) näher, als jemals irgend ein anderer Planet kommt, dergestalt, daß sodann eine sehr genaue Angabe ihrer Horizontal-Parallaxe, daraus aber in der angedeuteten Art die gleich genaue Ableitung der Horizontal-Parallaxe der Sonne möglich ist. Ich habe das Detail des dazu dienenden Verfahrens im Art. Durchgang vollständig erklärt, mich auch über die wirkliche Ausführung der Beobachtung bei den zuletzt in den Jahren 1761 und 1769** Statt gefundenen solchen „Venusdurchgängen"

mittelpuncte einschließen. Diese Gesichtslinien sind also die Entfernung der Sonne von der Erde; — und um so größer diese Entfernung ist, um so kleiner fällt, wie ich oben sage, natürlich die Horizontal-Parallaxe aus.

* Ich muß meinen Vortrag hier und l. c. erst vom scheinbaren Vorwurfe einer petitio principii befreien. Die relative jederzeitige Entfernung des Mars von der Erde war in Bezug auf die mittlere Entfernung der letzteren von der Sonne = 1 durch Kepler (Kepler's Regeln, S. 899) bekannt; dieß Verhältniß betrug für die oben erwähnte Opposition ⅖ : 1 = 2 : 5. Aus der beobachteten Horizontal-Parallaxe des Mars folgte aber seine damalige wahre Entfernung von der Erde = 8000000 Meilen, und hieraus ferner die wahre mittlere Entfernung der Erde von der Sonne 2 : 5 = 8000000 = 20000000, gleichwie die „Horizontal-Parallaxe der Sonne" in der Art, wie ich sie eben im Texte und l. c. angebe, und wie sie auch nur eine Consequenz der Entfernung ist.

** Ich führe aus diesem Art. S. 242 nur noch an, daß die nächsten Vorübergänge der Venus über die Sonnenscheibe (Durchgänge dieses Planeten zwischen der Erde und der Sonnenscheibe) auf den 9. Decbr. 1874 und den 6. Decbr. 1882 fallen.

weitläuftig ausgelassen, und daraus (vgl. d. A. S. 242) die Horizontal-Parallaxe der Sonne = 8,5 bis 8,57 Secunden (als die schärfste neuere Bestimmung)* ermittelt. Die Entfernung der Sonne von der Erde findet sich sodann durch Auflösung des parallaktischen (des, wie gesagt, am Sonnenmittelpuncte durch zwei Entfernungslinien von der Erde und dem Halbmesser der letzteren gebildeten, rechtwinkligen) Dreiecks, in welchem man

sin der Parallaxe : r = Erdhalbmesser : Sonnen-Entfernung,

und also letztere in Erdhalbmessern (= 1) hat, wenn man den Radius durch den Sinus der Horizontal-Parallaxe dividirt. Nun ist, mit Logarithmen rechnend,** log r 10,00000,
log sin 8″,5 5,61499,
zu welcher Differenz . . . 4,38501
die Zahl 24266 gehört; um so viel Erdhalbmesser oder, den Erdhalbmesser = 859½ geograph. Meilen setzend, um (24266 . 859½ = nahe) 20856000 geograph. Meilen ist also die Sonne von der Erde entfernt.

Wiederholt man diese Rechnung mit einer, nur um 0,1″ größeren, also mit einer Parallaxe von 8,6 Secunden, oder sucht man die Entfernung dazu aus dem oben angeführten Satze, daß sich diese Entfernungen umgekehrt wie die Parallaxen verhalten, so findet man

8″,5 : 8″,6 = x : 24266,

x = 23984 Erdhalbmesser = 20604000 Meilen, also für diese ¹/₁₀ Secunde Veränderung der Parallaxe eine Entfernungs-Veränderung von 282 Erdhalbmessern, d. i. von weit über 200000 Meilen. Da nun die obige Bestimmung der Horizontal-Parallaxe der Sonne zwischen 8″,5 und 8″,6 schwankt, so begnügt man sich, die mittlere Entfernung (vergl. d. A.) der Sonne von der Erde zu 20600000, oder auch nur zu 20 Millionen Meilen anzunehmen. Dieselbe ist der astronomische Maßstab für die übrigen planetarischen Entfernungen unseres Systems von der Sonne und wird dabei, noch mehr aber bei den so viel größeren Abständen der Fixsterne (S. 554), unter dem Namen „Sonnenweite" als Einheit zu Grunde gelegt.** In gleich runder Zahl, wie oben in Meilen, nach Erdhalbmessern ausgedrückt, kann man diese „Sonnenweite" demnach = 24000 solcher Halbmesser = 12000 Durchmessern der Erdkugel setzen, welches also lehrt, daß von uns aus erst 12000 an einander gereihete Erdkugeln die Sonne erreichen würden. Da die (mittlere) Entfernung des Mondes (s. d. A. S. 146) von der Erde 60 Erdhalbmesser beträgt, so steht also die Sonne, wie ich schon vorn bemerke, ($^{24000}/_{60}$ =) 400 Mal weiter als letzteres Gestirn von der Erde ab; — und um von der Größe dieses Abstandes einen noch sinnlicheren Begriff zu geben, so führe ich in diesem Bezuge aus des Haag'er Astronomen Huygens „Cosmotheoria" (Hag. 1698. 4. S. 106) an, „daß eine Kanonenkugel, obwohl sie in einer Secunde durch 600 Rheinl. Fuß geht, mit dieser Geschwindigkeit den Weg

* Man wird sich gern auf die nahe Uebereinstimmung dieses mit dem obigen, gleichwohl durch eine ganz andere Operation gefundenen, Cassini'schen Resultates (beide weichen, wie man sieht, nur um [9½ − 8½ =] 1 einzige Secunde von einander ab) aufmerksam gemacht finden; — welcher Umstand könnte mehr Vertrauen für die Genauigkeit erregen?

** Ich wähle hier für die Berechnung nicht ohne Grund eine andere Form, als die im Art. Parallaxe, S. 260, angewendete; die Uebereinstimmung ist, wie man sieht, vollkommen.

* Im citirten Art. Durchgang, S. 243, steht durch einen übersehenen Druckfehler, welchen ich zugleich zu verbessern bitte, statt der obigen 200000 nur „60000."

** Hansen (der zeitige Director der Sternwarte Seeberg bei Gotha) in seiner „Allgemeinen Uebersicht des Sonnensystems" (Schumacher's Jahrb. f. 1837) setzt diese mittlere Entfernung = 20666800 geogr. Meilen = 1,0000, und daraus die perihelische 0,9832, und die aphelische . . . 1,0167.

Wegen des Ausdruckes in Meilen für die beiden letzteren Entfernungen kann man aber vergleichen d. A. Erde, S. 363.

zur Sonne doch nicht eher als in 9418 Tagen (25 Jahren 10 Monaten) zurücklegen würde." — Die Entfernung der Sonne von der Erde, als das so wichtige Element, wäre demnach mit aller zulässigen Genauigkeit zunächst festgestellt.

Was sodann ferner den scheinbaren Durchmesser dieses Weltkörpers betrifft, so haben schon die Alten denselben ziemlich richtig etwas über $^1/_{60}$ eines Zeichens (s. d. A.), d. i. etwann = $^1/_2$ Grad gesetzt. Von den neueren Methoden seiner genaueren Messung habe ich im Art. Heliometer, S. 746, gehandelt, und wir haben dort und in Excentricität, S. 402, gesehen, daß derselbe (vergl. unten), eben dieser letzteren wegen, im Perihelium (um den 1sten Januar = 32′ 36″ (1956″) und im Aphelium* (um den 1sten Juli) = 31′ 31″ (1891″) gefunden wird, woraus der mittlere $\left(\frac{32' 56'' + 31' 31''}{2}\right)$ = 32′ 3″ (1923″) kommt; Hansen (l. c.) gibt dafür 32′ 1″ (1921″), und Lalande in seinen Sonnentafeln 31′ 57″,5 (1917″,5), welche letztere, obwohl ältere Bestimmung, aus gleich beizubringenden Gründen der folgenden Rechnung zu Grunde gelegt ist.

Da nämlich die (mittlere) Horizontal-Parallaxe der Sonne die eben dafür gefundenen $8^1/_2$ Secunden beträgt, so erscheint der Erddurchmesser (als — vergl. Parallaxe, S. 257, — das Doppelte derselben), aus der Sonne gesehen, 17″ groß, indeß sich ihr mittlerer Durchmesser (auf den ich mich hier ebenfalls beziehe), von der Erde gesehen, also 1917″,5 groß darstellt. Die scheinbaren** Durchmesser verhalten sich aber bei jener Beziehung auf eine selbige (auf eine unveränderte, hier die mittlere) gegenseitige Entfernung natürlich wie die entsprechenden wahren; und man hat daher, den wahren Erddurchmesser = 1 setzend,

17″ : 1917″,5 = 1 : wahren Sonnendurchmesser,

woraus sich derselbe = 112,79* Erddurchmesser ergibt.

Nach der Kugeltheorie, welcher gemäß sich die Oberfläche einer Kugel wie das Quadrat, das Volumen aber wie der Cubus des Durchmessers verhält, übertrifft die Sonnenkugel** also die Erdkugel ferner an Oberfläche $(112,79)^2$ 12723, und an Volumen $(112,79)^3$ 1435025 Mal; und da der Erddurchmesser = 1719 Meilen, so findet sich der Sonnendurchmesser 193886 Meilen. Im hohl gedachten Inneren dieser so großen Sonnenkugel würden danach 111 Erdkugeln in gerader Linie Platz finden (an einander gereihet, 111 . 1719 = 190809, noch nicht die Länge eines Durchmessers der Sonnenkugel einnehmen), und die Erde mit der ganzen sie umringenden Mondbahn könnte, ohne den freien Mondlauf zu behindern, in die Sonnen-Hohlkugel hinein gestellt werden. — Durch diese Bestimmungen sind uns somit auch die Dimensionen der Sonne bekannt; von ihrer Masse und

* Da ich die scheinbare Bewegung der Sonne um die Erde annehme, so sollte ich freilich consequentermaßen auch Perigäum und Apogäum sagen; indeß ist der obige Ausdruck gebräuchlicher.

** Mit diesen Angaben über die „scheinbare Größe der Sonne" mag auch noch das verglichen werden, was ich im allgemeinen Art. Größe, scheinbare, S. 727, beigebracht habe.

* Hansen l. c. nach den neuesten Ermittlungen gibt in sehr naher Uebereinstimmung 112,06. — Ich lege aber viel Gewicht darauf, meinen Lesern eine solche nahe Uebereinstimmung älterer (wenn auch nicht der ältesten, bei der damaligen Unvollkommenheit der Instrumente geringeres Zutrauen verdienender) und neuerer Resultate nachweisen zu können, wodurch natürlich das Vertrauen zur Wissenschaft verstärkt wird; — und dieß ist der obige Grund meiner Wahl der älteren Lalande'schen Messung.

** Also (als reine Kugel) betrachte ich demnach den Sonnenkörper hier, obwohl ich demselben im betreffenden Artikel, S. 27, mit Verweisung hierher, eine „Abplattung" beigemessen habe, wovon ich aber in den neueren Beobachtungen keine Bestätigung finde, daher ich nicht weiter darauf eingehe.

Dichte aber handle ich unten, und betrachte, bevorwortetermaßen, insofern es hierher gehört, jetzt nur erst noch die Ungleichheiten ihrer Bewegung.

Schon aus der oben nachgewiesenen Verschiedenheit des scheinbaren Durchmessers der Sonne im Sommer und Winter, worüber ich mich in den besondern Artikeln Sonnenferne, Sonnennähe noch ausführlicher verbreiten werde, und worauf ich eben auch hier zurückkommen wollte, erhellt aber, daß die Sonne nicht immer gleich weit von der Erde abstehe. Daher wiesen schon die Alten der Erde in dem Kreise, welchen sie, wie wir oben gesehen haben, die Sonne alljährlich beschreiben ließen, diejenige excentrische Stellung an, über welche ich in Excentrischer Kreis so umständlich gehandelt habe. Erst Copernikus übertrug, wie ich, unserer Ordnung gemäß, also jetzt auch thun werde, die Bewegung auf die Erde; und Kepler endlich lehrte, daß diese, nunmehr so zu bezeichnende Jahresbahn der Erde um die Sonne vielmehr eine Ellipse sey, deren einen Brennpunct die letztere einnehme. Indem die Erde demnach diese Bahn-Ellipse im Raume binnen einem Sonnenjahre wirklich durchlauft, scheint die Sonne dagegen an der eingebildeten Himmels-Hohlkugel, während eben der Zeit und in eben derselben Richtung, einen in der Ebene jener Bahn liegenden größten Kreis zu beschreiben; dieser Kreis, diese scheinbare Sonnenbahn, ist die schon oben erwähnte Ekliptik, und es folgt aus dem Verhältnisse zunächst, daß der auf sie bezogene jederzeitige Erdort dem entsprechenden, also auch scheinbaren Sonnenorte darin immer diametral gegenüber liegen, d. h. um 180° davon verschieden* seyn muß. Durchliefe nun die Erde ihre wirkliche Bahn um die Sonne mit gleicher Winkelgeschwindigkeit, so würde uns natürlich auch der eingebildete Lauf der Sonne nicht weniger gleichförmig erscheinen, und ihr Fortrücken würde, einer solchen (mittleren) Bewegung gemäß,

$$\text{täglich} \left(\frac{360^\circ}{\text{Dauer des tropischen Jahres}} = \frac{360^\circ}{365^d\ 5^h\ 48'\ 45''*} \right) 59'\ 8''$$

betragen. Da aber die Erde im Sommer (vergl. d. A.) entfernter von der Sonne ist und daher langsamer fortgeht, als im Winter, so erscheint alsdann auch das Fortrücken der Sonne langsamer, und es entsteht daher die, hier eben zu be-

* Mit andern Worten: der Ort der Sonne, wie er von der Erde aus gesehen wird, ist von dem aus der Sonne gesehenen Orte der Erde immer genau um 180° verschieden. Diese besondere Bevorwortung eines Umstandes, welchen man sonst ohnedieß natürlich finden würde, bezieht sich auf die Abirrung (vergl. d. Art.) des Lichtes, welche ich hier berücksichtigen muß. Das Licht braucht nämlich 8 Minuten Zeit, um von der Sonne zur Erde zu gelangen, und veranlaßt dadurch für uns eine scheinbare Ortsverrückung der Sonne von (l. c.) 20 Bogensecunden; ganz dieselbe Zeit braucht aber, umgekehrt, auch das Erdlicht bis zur Sonne, so daß daraus für den dortigen Beobachter eine vollkommen eben so große Ortsverrückung der Erde entsteht, dergestalt, daß sich der Aberrations-Einfluß auf den scheinbaren Ort beiderseits gleich findet, und der obige „genaue" Unterschied von 180° dadurch also nicht weiter beeinträchtiget wird — Berechnet dagegen der irdische Beobachter den Ort der Sonne, oder berechnet, umgekehrt, ein also in der Sonne angenommener Beobachter den Ort der Erde, Beide ohne Rücksicht auf die Aberration, so wird jeder von Beiden sodann zwischen diesem berechneten und dem erscheinenden Orte („lieu apparent") respective der Sonne oder Erde einen allaugenblicklichen Ortsunterschied von jenen 20″ wahrnehmen; — und auf dieses sonst, so viel ich weiß, wenigstens in dieser Ausdehnung noch nirgend entwickelte Verhältniß habe ich bei der gegenwärtigen Veranlassung eben die Aufmerksamkeit meiner Leser richten wollen.

* Diese Annahme für die Dauer des tropischen Sonnenjahres unterscheidet sich um einige Secunden von der im Art. Jahr, S. 799, gegebenen Bestimmung, worauf jedoch hier nichts ankommt.

trachtende Ungleichheit des scheinbaren Sonnenlaufes, welcher zufolge das Fortrücken in der Ekliptik im Sommer täglich (statt der obigen „mittleren“ 59′) nur 57′, und im Winter dagegen 61′ beträgt. Eine Folge hiervon ist, daß die Sonne beim scheinbaren Laufe in den sechs oberen (nördlichen), oder die Erde also beim wirklichen in den sechs entgegengesetzten (südlichen) Zeichen des die Ekliptik enthaltenden Thierkreises (s. d. A.) acht Tage länger, als in den sechs unteren verweilt, daher Frühling und Sommer der nördlichen Erdhalbkugel zusammen um diejenigen 7—8 Tage länger als Herbst und Winter währen, über welche ich mich im schon citirten Artikel Sommer so ausführlich erklärt habe. Eben daselbst ist auch schon angeführt, daß die große Axe der dabei von der Erde durchlaufenen elliptischen Bahn um die Sonne einer rechtläufigen tropischen* Bewegung von etwann 1 Minute jährlich unterworfen ist.

Außerdem wird der Lauf der Erde und der ihr also immer diametral gegenüberliegende Sonnenort durch die Perturbationen (vergl. d. Art.) der übrigen Systemskörper, namentlich des Mondes, des Jupiters, der Venus, bedeutend afficirt, auf welche „Perturbationen“ demnach, neben den nachgewiesenen bloß elliptischen Ungleichheiten, bei Anfertigung der, den jedesmaligen Himmelsort der Sonne (ihre gerade Aufsteigung, Abweichung u. s. w.) angebenden „Tafeln“ (Sonnentafeln) Rücksicht genommem werden muß. Dergleichen „Tafeln“** des scheinbaren Sonnenlaufes“ in der vollkommensten Ausbildung der neueren Astronomie enthält besonders das in Berlin erscheinende „Astronomische Jahrbuch“ von unserem Preußischen Hof-Astronomen Encke; und mit der Verweisung darauf darf ich denn auch dasjenige, was ich hier über die („scheinbare“) Jahres-Bewegung der Sonne in einer Bahn um die Erde und

„Esposizione di un nuovo metodo di construire le tavole astronomiche applicato alle tavole del Sole,“ 1810 zu Mailand; Bessel's Verbesserungen sind im Jahre 1827 vollendet worden. Den dabei zu Grunde liegenden neuesten Bestimmungen gemäß, sind die Elemente der Sonne, wie man diesem Gestirne, wenn man die Bewegung des Planeten Erde auf dasselbe überträgt, dergleichen Elemente allerdings beilegen muß, und worauf ich hier zurückkommen wollte:

Epoche, 1800, Pariser Meridian (d. h. — vgl. vorn S. 327 — 31sten December 1799. 12 Uhr Mittags) . .	279° 54′ 1″.
Siderische Bewegung in 365 1/4 Tagen . .	360° — 22″,6.
Länge d. Perigäums (1800)	279° 30′ 8″.
Excentricität . . (1800)	0,01679;

wogegen bei einem, in der Ekliptik selbst umlaufenden Weltkörper natürlich von Neigung und Knoten keine Rede seyn kann. Will man diese Elemente hiernächst auf den Erdlauf beziehen, so hat man nur statt „Perigäum“ Perihelium zu setzen und, den Vorschriften im Texte gemäß, einen Unterschied von 180° zu machen. So gibt Hansen l. c. die Länge des „Periheliums“ der Erde für 1800 = 99° 30′ ⊃ den obigen 279° 30 — 180°, und die Epoche (für den 1sten Januar, statt des obigen 31sten Decbr. rechnend, also statt den entsprechenden 279° 54′ vielmehr 279° 54′ + 59′ mittlere tägliche Bewegung = 280° 53′ setzend, und davon sodann 180° abziehend) = 100° 53′. — Diese sonst nirgend hervorgehobenen Emendationen sind für den Astronomen von Profession zwar überflüssig, vielen meiner Leser aber gewiß höchst willkommen.

* „Tropischen“; die Nachtgleiche geht jährlich 50″ nach Westen, die Apside 11″ nach Osten, so daß die Bewegung der ersteren in Bezug auf die letztere („tropisch“) die obige 1 Minute jährlich austrägt.

** Oder vielmehr nur eine, nach den „Neuesten Sonnentafeln von Carlini, verbessert durch Bessel,“ vollkommen streng, mit Rücksicht auf alle kleineren Correctionen, gebildete Sonnen-Ephemeride. Jene, schon im Art. Jahr, S. 799, erwähnte Arbeit des Italienischen Astronomen erschien unter dem Titel:

die Ungleichheiten dieser Bewegung beibringen wollte, als geschlossen betrachten.

Sehr verschieden von dieser bloß „scheinbaren Jahresbewegung“ ist aber dagegen die wirkliche Fortrückung, welche die Sonne mit Nachziehung ihres ganzen Systems im Weltenraume ausführt, indem sie, wie ein Fixstern einen Fixstern höherer Ordnung, wahrscheinlich auch eine Centralsonne von solcher höheren Ordnung, aber in Perioden umkreist, worüber unsere Beobachtung und Rechnung Näheres noch nicht anzugeben weiß. Ich habe diesen hehren Gegenstand in dem Art. Fixsterne, wohin er also eigentlich gehört, S. 548 flgd. ausführlich behandelt, und muß wegen des Details dorthin verweisen, indem ich mich hier begnüge, den Lesern zur Versinnlichung dieser complicirten Bewegungen vorzuschlagen, sich die Sonne mit ihrem ganzen Systeme gleichsam auf einer Scheibe zu denken, welche letztere selbst im Universum fortrückt, indeß auf ihr die Systemsbewegungen ungestört von jener Eigenbewegung vor sich gehen. — Dieß Gleichniß scheint mir den Vorgang im Ganzen und Großen so vollständig aufzuklären, daß ich nichts weiter darüber hinzuzufügen brauche.

Noch habe ich mich aber, bevorwortetermaßen, sodann über die Masse und Dichte der Sonne zu erklären. Jene Masse beträgt nach den neuesten Ermittlungen, welche ich darüber bei Hansen (l. c.) vorfinde, das 354936fache der Erdmasse; so viel mehr „wiegt“ die Sonnenkugel als die Erdkugel; wenn die erstere in der einen Schale einer Wage läge, so müßte man, um sie aufzuwägen, in die andere Schale 354936 Erdkugeln thun. Die Sonnen-Masse übertrifft daher, wie ich auch in diesem letzteren Artikel durch eine specielle Rechnung besonders nachweise, die Summe der Massen aller übrigen (bekannten; der neue Planet Neptun war bei Anfertigung jener Rechnung noch nicht entdeckt) Systemskörper um achthundert Mal; wenn man, um das eben gebrauchte Versinnlichungsmittel nochmals anzuwenden, alle übrigen Systemskörper in einer Wagschale zusammen hätte, so brauchte man zu ihrer Aufwägung in die andere Schale doch nur erst den 800testen Theil des Sonnengewichtes zu legen. Diesem Verhältnisse der Massen bei Mitberücksichtigung der respectiven Größen der Halbmesser von Sonne und Erde gemäß, fällt ein schwerer Körper auf der Sonnen-Oberfläche in der 1sten Secunde, statt auf der Erde nur durch 15, durch 428 Fuß, also durch einen $\left(\frac{428}{15} = \right)$ 28 Mal größeren Raum; das bloße Massenübergewicht würde ihn durch 354936 . 15 Fuß treiben; da aber diese Masse aus einem (s. oben) 112 Mal größeren Abstande vom Mittelpuncte (Halbmesser) wirkt, so bleiben (Gravitation, S. 699) nur $\frac{354936}{112^2} = \frac{354936}{12544}$ = den angegebenen 28 . 15. So viel (28 Mal) energischer wirkt also die Schwere auf der Sonnenoberfläche; um z. B. ein Gewicht von Einem (unserer) Centner von ihr auf- (weg-) zu heben, müßte man 28 Mal mehr Kraft als auf der Erde anwenden.

Um hiervon aber zum Begriffe der Dichtigkeit der Sonne zu gelangen, ermesse man, daß die, die Erdmasse solchergestalt 355000 Mal übertreffende Sonnenmasse auf ein, das Volumen des Erdkörpers, wie ich auch oben gezeigt habe, in einem viel bedeutenderen Verhältnisse, nämlich 1400000 Mal übertreffendes Sonnen-Volumen vertheilt ist, und daß diese „Dichte“ daher, indem zwar so viel mehr Masse, aber doch auf ein noch so viel größeres Volumen kommt, nur $\frac{355}{1400}$ = $^1/_4$ der (mittleren, durchschnittlichen) Dichte des Erdkörpers beträgt, woraus folgt, daß die Materien der Sonnenkugel, die Stoffe, aus denen sie zusammengesetzt ist, von einer in diesem Verhältnisse geringeren Derbheit, daß sie lockerer, ätherischer als die Erdstoffe sind; — und dieß führt mich nun eigentlicher auf die Naturbeschaffenheit dieses Gestirns, worüber im Laufe dieses Vortrages bis hierher nur Andeutungen vorgekommen sind.

Worin besteht nämlich die Natur des Sonnenkörpers, welcher sich durch die ihm, angeführtermaßen, also im ganzen Sy-

steme allein beiwohnende Fähigkeit des Selbstleuchtens* und Erwärmens vor allen andern Systemskörpern auszeichnet? — Bei den alten Weltweisen (ich habe die Quellen gleich Eingangs bezeichnet) war die Ansicht, daß die Sonne ein „reines Feuer" sey, die vorherrschende; und diese Ansicht hat auch noch in der neueren Zeit, bis auf unsern großen Herschel, von dessen geläuterteren Erklärungen unten ausführlich die Rede seyn wird, herab vorzugsweise gegolten. Kircher (Jesuit, gestorben zu Rom 1680, Natur- und Alterthums-Forscher, und nicht zu verwechseln mit dem von uns mehrfach, namentlich in Kometen, S. 926, erwähnten Astronomen Kirch) in seinem „Mundus subterraneus." Amsterd. 1678., glaubte die Sonne als ein „Meer von Feuer und Flammen" beobachtet zu haben, und der Freiherr v. Wolf (der bekannte, als Canzler der Universität Halle 1754 verstorbene Philosoph, an mehreren Stellen seiner unzähligen Schriften) behandelt die Behauptung, daß die Sonne ein wirkliches Feuer sey, sogar als einen Lehrsatz. Andere, von denen ich besonders Euler (Leonhardt; vergl. Bd. I. S. 265), in seinen berühmten „Lettres à une Princesse d'Allemagne sur divers sujets de physique et de philosophie." (viele Ausgaben), erwähne, stellten sich die Sonne als eine elektrische Kugel vor, die vermittelst ihres schnellen Umschwunges elektrisches Licht hervorbringe und durch das Sonnengebiet verbreite; eine Ansicht, welcher auch noch der verewigte Berliner Astronom Bode in der weit verbreiteten „Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels" beitritt.

Endlich gewährte Herschel (der Vater), zu dem ich jetzt übergehe, aus genaueren Beobachtungen der Sonnenflecke (vergl. auch den gleich folgenden besondern Artikel) diejenige richtigere Erklärung, deren Mittheilung schon hier ich oben verheißen habe.** Da diese Herschel'sche Darstellung der physischen Beschaffenheit des Sonnenkörpers* aber eine, ihren Werth erhöhende Bestätigung erst noch durch spätere Beobachtungen des Dessauer Astronomen Schwabe erhalten hat, so thue ich besser, sie in dieser Verbindung nach einem Aufsatze im Stuttgarter Morgenblatte vorzutragen, welcher namentlich seiner ganz populären Fassung wegen gern gelesen worden ist, und welchen ich daher nun unverändert folgen lasse.

Die Sonne.

Nach den neuesten Beobachtungen des Dessauer Astronomen Schwabe.

Von Dr. Nürnberger.

Unter dieser Aufschrift: „die Sonne," enthält die Nummer 473 von Schumachers „astronomischen Nachrichten," welche doch meistens nur in die Hände der Astronomen von Fach kommen, eine für diese Männer und in ihrer Sprache geschriebene Darstellung der Resultate höchst sorgfältiger und interessanter neuer Sonnenbeobachtungen des Dessau'er Astronomen Schwabe. Das Meiste davon wird für unsere Leser nicht weniger anziehend seyn; und ich finde eine Freude darin, auch ihnen eine so gediegene Arbeit mit einigen Erweiterungen zugänglich zu machen.

Freilich wissen wir, wie auch Schwabe klagt, über die physische Beschaffenheit des Sonnenkörpers, um welche es sich hier eben besonders handelt, obwohl dieses Gestirn das größte** und einflußreichste unseres ganzen Systems ist, verhältnißmäßig sehr wenig. Die wichtigste Erscheinung, welche uns zu jener Kenntniß verhelfen könnte, sind die Flecken der

* Man könnte mir hier diejenige eigene Lichtentwicklungs-Fähigkeit einwenden, von welcher ich z. B. beim Jupiter, S. 832. gesprochen habe. Allein dieses planetarische Lichtvermögen hat offenbar mit der Sonnen-Natur nichts gemein.

** Leser, welche in noch weiteres Detail darüber eingehen wollten, verweise ich auf „Herschel's Entdeckungen in der Astronomie." Durch Pfaff (zu Erlangen). Stuttgart. 1828. gr. 8.

* Ich bevorworte, wie ich es gleich vorn gethan habe, hier nochmals, daß ich, obwohl bei dieser Darstellung die Betrachtung der Sonnenflecke vorläufig unmöglich ausgeschlossen bleiben konnte, doch im unmittelbar folgenden eigenen Artikel noch besonders auf diese Sonnenflecke zurückkomme.

** Vergl. oben.

Sonne; allein die weite, im Mittel doch immer 20 Millionen (deutsche) Meilen betragende Entfernung der Sonne von der Erde, und der ungeheure Lichtglanz dieses Gestirns stellen der Beobachtung bedeutendere Schwierigkeiten entgegen, als man bei der Größe der Flecken und der Vortrefflichkeit unserer jetzigen Instrumente erwarten sollte. Ich mache hier im Vorbeigehen darauf aufmerksam, daß man sich zu diesen Sonnenbeobachtungen mit besonderem Vortheile der blauen Sonnengläser bedient, wie sie jetzt im optischen Institut von Frauenhofer und Utzschneider zu München vom Optiker Merz geliefert werden.

Wenn man die Sonne durch ein, zum Schutze des Auges mit einem solchen vorgeschraubten blauen Planglase versehenes Fernrohr betrachtet, so bemerkt man auf ihrer sonst so stark glänzenden Oberfläche häufig größere oder kleinere, zuweilen regelmäßig aussehende, meistens aber sehr unregelmäßige, hinten noch näher zu beschreibende dunkelschwarze Flecke, welche ringsum mit einem aschgrauen, gewöhnlich überall gleich breiten Rande eingefaßt erscheinen, also wirkliche Flecke. Die Astronomie hat ein vollkommenes Recht gehabt, der Erscheinung diesen Namen beizulegen. Bei noch genauerem Hinsehen gewahren wir zugleich in der Nähe dieser Flecke auch wieder hellere Stellen, welche sich durch ihr blendenderes Licht von dem übrigen Sonnengrunde auszeichnen und Fackeln genannt werden. Aber auch den übrigen Theil der Sonnenoberfläche, welcher weder solche „Flecke“ noch „Fackeln“ zeigt, finden wir doch nirgends ganz gleich licht, sondern wie mit kleinen Schuppen besäet, die in einer beständigen zitternden Bewegung zu seyn scheinen. „Dadurch gewinnt,“ um mich eines Gleichnisses zu bedienen, welches der verewigte Wiener Astronom Littrow einmal in einer Mittheilung über diese Sache gegen mich gebrauchte, „dadurch gewinnt die Sonnenoberfläche das Ansehen des Bodensatzes einer flockigen Substanz, die in einer durchsichtigen Flüssigkeit aufgelöst worden wäre. Es scheint so, als ob das eigentliche Lichtmeer der Sonne mit einer zwar durchsichtigen, aber weniger intensiv, oder auch wohl gar nicht selbstleuchtenden andern Flüssigkeit vermischt wäre, ohne daß sich diese beiden Materien gegenseitig vollkommen durchdrungen hätten, wo dann letztere Flüssigkeit in der eigentlichen Lichtmaterie und letztere wiederum in jener schwämme; etwa wie Wolken in der irdischen Atmosphäre.“

Dieß also ist es, was wir mittelst der empfohlenen Merzschen Augengläser auf der Sonnenoberfläche wirklich beobachten. Wie aber kann es, wird man jetzt vor allen Dingen wissen wollen, mit dieser wunderbaren Erscheinung zusammenhängen? Was ist die Sonne, die wir uns bisher als ein bloßes Lichtmeer (um nicht Feuermeer zu sagen) gedacht haben, eigentlich, daß sie uns dergleichen „Flecke“ und daneben „Fackeln“ zeigen kann?

Ich rufe, zur Beantwortung dieser Frage, die Herschel'sche Ansicht von der Natur dieses großen und prächtigen Sonnenkörpers, und zwar deßwegen um so lieber und ernstlicher in das Gedächtniß der Leser zurück, weil nach meiner Ansicht das Hauptverdienst der schönen und genauen, sofort mitzutheilenden Beobachtungen unseres Landsmanns Schwabe gerade darin besteht, daß sie nicht etwa ganz Neues und Abweichendes, sondern vielmehr besonders solche Data geben, die mit jener Herschelschen Hypothese in recht gutem Einklange stehen. Denn natürlich — und darauf kommt hier Alles an — wird das Zutrauen zur edelsten Wissenschaft vergrößert, wenn man so recht deutlich sieht, wie auch ihre neuesten, sorgsamsten, aufrichtigsten Bestrebungen das früher Gefundene zwar erweitern, wohl auch in Nebendingen etwas modificiren, in der Hauptsache aber, weit entfernt, es zu erschüttern, es vielmehr befestigen und immer mehr über alle Zweifel erheben. „Opinionum commenta delet dies, naturae judicia confirmat.“ Der würdige Vater Herschel aber, nachdem er bereits vor Jahrzehnten die Sonne mit seinen vortrefflichen Instrumenten lange Zeit hindurch äußerst genau beobachtet hatte, entschied sich endlich dafür, daß, um ihre schon oben angedeuteten und überhaupt alle an ihr vorkommenden Erscheinungen genügend zu erklären, schlechterdings nur eine und zwar die folgende Annahme über die

„physische Beschaffenheit des Sonnenkörpers“ zuläßig ist.

Der eigentliche Körper der Sonne nämlich, ihr Kern, wenn ich so sagen darf, ist an und für sich dunkel und somit von einer Beschaffenheit, der zufolge er wohl den Körpern der Planeten verglichen werden kann. Auch befindet sich zunächst über diesem „Sonnenkerne,“ in ähnlicher Art wie über dem festen Körper der Planeten, eine atmosphärische, wolkenartige Schicht. Auf dieselbe folgt aber sodann ein durchsichtiges und sehr elastisches Medium, welches den Sonnenkörper mit jener seiner nächsten wolkenartigen (atmosphärischen) Einhüllung, in Form einer concentrischen Kugelschicht wiederum rings umgibt. Hiernächst endlich drittens kommt erst die letzte, äußerste Hülle von einer eigenthümlichen Lichtmaterie, welche, um mich dieses Ausdruckes zu bedienen, den wahren „Glanzmantel“ abgibt, von dem uns die Sonne auf den ersten Blick gänzlich umgeben scheint. Diese Lichtschicht wird durch die, wie angeführt, sehr starke Spannkraft des darunter folgenden Mediums immer in einer ziemlich gleichen, großen Höhe über dem Sonnenkerne und seiner Wolkenschicht erhalten, und mischt sich wohl hie und da mit demselben auf die von Littrow angedeutete Weise. Die Materie selbst aber, welche jene Lichtschicht bildet, ist von einer äußerst zarten und beweglichen Natur, und es gehen darin beständig die heftigsten Revolutionen vor sich. Dadurch geschieht es denn, daß der Sonnenlichtmantel (ich bediene mich des sehr passenden Ausdrucks nicht ohne Absicht) häufig reißt, größere oder kleinere Oeffnungen erhält, durch welche man, so wie zugleich durch das darunter liegende feine Medium, sofort wie durch einen Schlund oder Trichter in das Innere der Sonne hineinblicken kann. Trifft es sich, daß einem solchen Risse in der Lichtsphäre auch gerade eine Oeffnung in der unter dem elastischen Medium folgenden, den dunkeln (schwarzen) Sonnenkern selbst umgebenden atmosphärischen (Wolken-) Umhüllung entspricht, so erblickt man natürlich diesen schwarzen Oberflächentheil der Sonne als einen solchen schwarzen Sonnenfleck.

Eben so natürlich sieht man aber dieses Stück des dunkeln Sonnenkörpers umgeben von dem Rande der Wolken, welche sich nur gerade über ihm geöffnet haben und die Umgegend noch verdecken, und wenn dieser Oberflächentheil selbst schwarz erscheint, so stellt sich dagegen der auch mit durch den Riß der Lichtsphäre hindurch schimmernde umringende Wolkenrand nur grau dar. Ein also erscheinender schwarzer, mit einer grauen Einfassung umringter Sonnenfleck heißt sehr passend ein behofter (mit einem Hofe versehener) Kernfleck, und derselbe kann concentrisch oder excentrisch seyn, je nachdem der schwarze Kern mehr oder weniger genau der Mitte des grauen Hofes entspricht. — Hat sich dagegen die Wolkenschicht der Sonne unter der also in dem Lichtmantel entstandenen Oeffnung nicht auch zugleich herunter bis auf den Sonnenboden getrennt, so sehen wir letztern nicht so contrastirend dunkel hervorstechen, sondern der ganze Fleck stellt sich dann in einem einfacheren Grau dar. Man begreift, ohne daß ich erst nöthig hätte, auf alles Detail darüber einzugehen, daß dabei eine große Menge von Nüancen vorkommen können.

Das durch ein solches Reißen der Lichtsphäre über der dadurch entstehenden Oeffnung weggezogene Lichtgewölk häuft sich ferner eben so natürlich am Rande der Risse auf: es ballt sich dort zusammen; und solchergestalt entstehen die oben ebenfalls schon angedeuteten, in der Nähe der Flecke mit besonderem Glanze leuchtenden Fackeln.

Die Größe jener Sonnenflecke ist, wenn man nach irdischem Maße rechnet, zuweilen (nicht immer; es kommen, wie gesagt, auch kleinere Risse vor) ganz ungeheuer. Herschel, bei dessen Erklärung ich noch immer verweile, berechnet die Größe mancher solcher Sonnenflecke auf das 50fache der Größe der ganzen Erdoberfläche (auf ein halbes Tausend Millionen Quadratmeilen), wobei man aber, um sich nicht zu sehr darüber zu wundern, zu bedenken hat, daß die Oberfläche der Sonne, wie ich schon oben angeführt habe, die Oberfläche der Erde 12000mal übertrifft, so daß also ein an Größe 50 Erdoberflächen gleichkommender Sonnenfleck doch immer nur dem 240sten

(50 . 240 = 12000) Theil des Sonnenlichtmantels gleich kommen, d. h. ein im Vergleich zum Ganzen sehr unbedeutender Riß darin seyn würde.

Einen der wichtigsten Beweise für die Richtigkeit dieser seiner Erklärung der Sonnenflecke aus der dabei zu Grunde gelegten Annahme über die Beschaffenheit des Sonnenkörpers nimmt Herschel von der Bewegung der Sonnenflecke her. Alle Sonnenflecke scheinen nämlich, so lange sie sichtbar sind, parallel mit einander von Osten nach Westen durch die Sonnenscheibe fortzurücken; wenn ein solcher Fleck dazu lange genug dauert, so bringt er 12 bis 13 Tage zu, ehe er durch die uns zugekehrte Sonnenscheibe hindurch kommt, worauf er an deren westlichem Rande verschwindet und seinen Weg auf der Rückseite fortsetzend, nach etwa 14 Tagen am östlichen Rande, da wo er zuerst beobachtet worden, wieder erscheint, so daß der ganze Umlauf etwa 27 Tage dauert. Da diese Bewegung und diese Dauer des Umlaufes allen Sonnenflecken gemein ist, so muß sie auch einen ihnen allen gemeinschaftlichen Grund haben, als welchen man längst eine jener Dauer entsprechende Umdrehung der Sonne um ihre Axe erkannt hat, wobei die Flecke mit fortgeführt werden. Indem aber die Flecke dabei alle eine unter sich und jener Axendrehung gleiche Zeit brauchen, so zeigt dieß augenscheinlich, daß eine eigene Ortsveränderung dabei für sie selbst nicht stattfindet, was also mit der Herschel'schen Ansicht, daß sie Oberflächentheile des Sonnenkörpers sind, folglich nur mit diesem verrückt und auch nur durch eine entstandene und so lange dauernde Oeffnung der Lichtsphäre hindurch gesehen werden, in vollkommener Harmonie steht.

Diese Ortsbeständigkeit der Flecke hindert aber, wie ich auch schon angedeutet habe, keineswegs ihre häufige Formveränderung; eine solche muß vielmehr öfter eintreten, wenn sie, nach Herschel, durch das Wegziehen des so leicht beweglichen Lichtgewölks der Sonne veranlaßt werden, welche Lichtmaterie sich natürlich auch eben so leicht weiter auseinanderziehen oder aber theilweise, auch wohl ganz wieder zuziehen und solchergestalt eine Vergrößerung, eine Verkleinerung, kurz jene Formveränderung, wo nicht eine gänzliche Aufhebung eines oder des andern bestimmten Fleckes verursachen wird; und da dieß Alles gerade so, wie es nach Herschels Annahme sollte, auch wirklich erfolgt, so ist an der Richtigkeit dieser Annahme gar nicht zu zweifeln.

Nachdem ich solchergestalt die so natürliche, durch so viele Analogien unterstützte Herschel'sche Ansicht von der Beschaffenheit des Sonnenkörpers, wie es wohl nothwendig war, den Lesern in's Gedächtniß gerufen habe, kann ich nunmehr zum eigentlichen Gegenstand unserer Unterhaltung, zur vergleichenden Mittheilung der Schwabe'schen neuen Sonnenbeobachtungen, übergehen, wobei sich die angekündigte Uebereinstimmung derselben mit der Herschel'schen Theorie und die daraus folgende, für unsere Ueberzeugung so wichtige Bestätigung der letztern ergeben wird. Ich folge dabei der von Schwabe selbst beobachteten Ordnung, und behalte mir nur vor, hie und da meine eigene Meinung von der Ursache mancher Nuance in der Erscheinung mit anzubringen.

Die regelmäßig „behoften Kernflecke" (s. oben), wobei der Ausdruck „regelmäßig" eine symmetrische Uebereinstimmung der Gestalt von Hof und Kern bezeichnen soll, zeigten nicht immer eine sehr augenfällige, unter die Sonnenoberfläche eingesenkte Vertiefung; oftmals schien der Kern vielmehr concentrisch in der Ebene des Hofes zu liegen. — Diese Erscheinung ist auch von einem andern, in geringerer Entfernung von mir lebenden Astronomen beobachtet worden, welcher mir seine Gedanken darüber mittheilt. Er sucht den Grund dieses zuweilen beobachteten höheren Heraufragens des schwarzen Kerns in den grauen Hof in dem Umstande, daß bei derlei Flecken der schwarze Kern durch den Gipfel eines Sonnengebirges gebildet werde. Ich finde in meinen astronomischen Notizen einer Beobachtung von Schröter (dem Lilienthaler Astronomen) erwähnt, nach welcher er einem „Sonnenringgebirge" (aufsteigend aus einem tiefen, craterförmigen Thale) eine Gipfelhöhe von mehr als 200 Meilen über dem untersten Boden des Craters beilegt. Berge auf der

Sonne (dem Sonnenkerne oder Körper) müssen nach aller Analogie angenommen werden; wenn man sie aber einmal zuzugeben gezwungen ist, so scheint es auch nur natürlich, ihnen eine, den übrigen Dimensionen dieses ungeheuern Körpers angemessene Höhe beizulegen. Hier tritt nun noch der, die Vermuthung unterstützende Umstand hinzu, daß namentlich „regelmäßig" behofte Kernflecke diese Erscheinung zeigen, indem die Entstehung eines solchen regelmäßigen Wolkenhofes um einen die Wolkenschicht der Sonnen-Atmosphäre durchbrechenden Berggipfel in der Natur der Sache zu liegen scheint. — Ich bevorworte, daß Schwabe selbst auf diese Conjectur nicht eingeht, sondern nur das Factum beibringt. — „Sehr selten," fügt Schwabe hier noch bei, „sind Flecke, bei welchen in dieser concentrischen Lage des Kerns gegen den umringenden (Wolken-) Hof Veränderungen vorgehen;" nur einmal (29. Mai 1842) zeigte sich ein Fleck bei seinem Eintritt am östlichen Sonnenrande mit einem genau concentrischen, bei seinem Austritte (10. Juni nachher) am westlichen Sonnenrande mit einem excentrischen Kern; ein Umstand, welcher sich, wie mir scheint, aus einer bloßen Veränderung in den Beziehungen der Wolkenlage zum Kerne leicht erklären läßt.

Nie sah Schwabe einen Sonnenfleck genau am Rande der (aus so weiter Entfernung als Scheibe erscheinenden) Sonne selbst; sie werden jedesmal unsichtbar, bevor sie denselben ganz erreichen, nachdem sie in einen feinen, mattgrauen Strich übergegangen sind, welcher von der äußersten Hofesgrenze des, mit der rotirenden Sonnenkugel nunmehr in deren Hinterseite rückenden Flecks herzurühren „scheint." * Dieselben Erscheinungen zeigen sich in umgekehrter Folge, ehe ein eintretender Fleck ganz sichtbar wird. Ist nun bei dergleichen Flecken, wegen ihrer Lage am Rande, der Kern noch gar nicht oder nur zum Theil sichtbar, und liegt dieser im letztern Falle excentrisch an dem der Sonnenmitte zugekehrten Rande des Hofes, so erscheint dieser Rand und mit ihm die schmalste Grenze des Hofes in Nord und Süd sehr dunkelgrau, während der dem Sonnenrande zugekehrte Rand des Hofes sehr hellgrau ist, und derjenige Theil desselben, welcher zwischen diesem hellgrauen Rande bis zum Kerne liegt, fast dasselbe helle Licht wie der übrige Theil der Sonnenoberfläche besitzt. — In Erfindung einer Erklärung dieser merkwürdigen Schattirungsnüance will ich den Lesern nicht vorgreifen; sie mögen sich die von einander gerissene Lichthülle der Sonne, einen mit seinem Wolkenringe daraus hervor- oder hindurchschimmernden Berggipfel, und beider verschiedene Lage gegen das Auge des Beobachters selbst versinnlichen, dann aber untersuchen, ob daraus nicht nothwendig diejenigen Abstufungen von Licht und Schatten hervorgehen müssen, wie sie oben geschildert worden sind. — Die Herschel'sche Ansicht ist in der That die allein zulässige.

Eine wirkliche eigene Ortsveränderung der Sonnenflecke (neben der von der Umwälzung der Sonnenkugel um ihre Axe abhängigen, ihnen allen gemeinen rotatorischen) beobachtete Schwabe ebenfalls noch nie. Sie vergrößern oder verkleinern sich allerdings oft: nahe gelegene Flecke werden dadurch mit in den Hof hineingezogen, oder umgekehrt, Theile des Kerns hören auf, darin sichtbar zu seyn; allein dergleichen Formveränderungen bringen nur scheinbare Verrückungen des Mittelpunctes hervor, ohne daß wirkliche Ortsveränderungen damit verbunden wären. (Ganz wie Herschel).

Trotz der hieraus folgenden Leichtigkeit des Wiederverschwindens der Flecke hat Schwabe welche beobachtet, die mehrere ganze Sonnenrotationen ausgehalten haben. * Ich habe die Dauer einer solchen Umwälzung der Sonne um ihre Axe, wie sie uns von der unterdeß zugleich in ihrer Bahn und in der nämlichen Richtung fortrückenden Erde aus erscheint, oben zu etwa 27½ Tagen angegeben; um daraus die wahre Rotation abzuleiten, muß man natürlich den Einfluß dieser letzteren gleichzeitigen Mitbewegung der Erde auf die Erscheinung ausschließen.

* Warum „scheint?" Ich dächte, es gäbe gar keine andere Art von Erklärung.

* Dieß stimmt vortrefflich mit den Beobachtungen des ältern Cassini, welcher Sonnenflecke von 70tägiger Dauer anführt.

Denken wir uns zuerst einmal die Erde der Sonne unbeweglich gegenüber, so wird uns ein Fleck, welchen wir heute z. B. gerade auf der Mitte der letztern wahrgenommen haben, nach einer vollen wahren Umwälzung der Sonnenkugel um ihre Axe genau wieder eben da erscheinen; dieß leuchtet von selbst ein. Ist aber die Erde indeß in der nämlichen Richtung auch vorwärts gegangen, so muß sich der Fleck mit der Sonnenkugel noch um eben so viel weiter drehen, ehe er, von der Erde aus gesehen, wieder auf der Mitte der Sonne erscheinen kann. Dieß leuchtet bei einigem näheren Nachdenken auch wohl bald ein. Der Fleck hat demnach bis zu seiner Wiedererscheinung an derselben Stelle (d. h. in den angegebenen 27½ Tagen) nicht nur eine volle Umwälzung (volle 360 Grade), sondern auch so viel Weg (Grade) darüber gemacht, als die Erde in 27 Tagen (bei der runden Zahl stehen zu bleiben) in ihrer Bahn zurücklegt. Letzteres beträgt etwa 27 Grade. Also macht der Sonnenfleck oder vielmehr die mit ihm um ihre Axe rotirende Sonnenkugel bei dieser Umwälzung, in 27 Tagen (360 + 27 =) 387 Grade, woraus man durch bloße Regel de tri findet, daß sie zu 360 Graden, d. h. zu einer wahren vollen Umwälzung beiläufig 25 Tage und einige Stunden braucht,* was mit andern genaueren Beobachtungs- und Berechnungs-Methoden gut genug harmonirt. Nun ist die Sonnenkugel an Umfang (im Aequator) ziemlich hundertmal größer als die Erdkugel: ein Punct ihres Aequators macht also bei jener Rotation in 25 Tagen einen hundertmal größeren Weg als ein Punct des irdischen Aequators in Einem Tage, d. h. die Rotationsgeschwindigkeit auf dem Sonnen-Aequator ist (100/25 =) viermal größer als auf dem irdischen; wir werden auch dieß gleich brauchen, und ich konnte den Lesern das rechnende Detail nicht wohl ersparen. — Auch Schwabe nämlich bestätigt durch seine Beobachtungen die schon früher gemachte Bemerkung, daß die Sonnenflecke allermeistens nur in einer Zone vorkommen, welche sich 20 Grad nördlich und eben so viel südlich vom Sonnenäquator erstreckt, und wo also jene Gewalt der rotatorischen Schwungbewegung vorherrscht. Es ist aber nach dem, was wir über die Entstehung der Sonnenflecke durch sich trennendes Lichtgewölk beigebracht haben, wohl sehr natürlich, der Schwunggewalt einen Einfluß darauf zuzuschreiben; und der Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung offenbart sich also auch hier auf die augenscheinlichste Weise.

Die größte Beständigkeit, bemerkt Schwabe in dieser Beziehung noch weiter, habe er meistens bei regelmäßig behoften, fast kreisrunden, nicht eingerissenen Kernflecken von mittlerer Größe gefunden, wogegen sich Flecke von kleineren oder auch sehr großen Dimensionen mit vielen Einrissen und mehreren Kernen am veränderlichsten zeigten. — Diejenigen Leser, die dem Vortrage mit einigem schärferen Nachdenken gefolgt sind, werden dieß Alles den Prämissen vollkommen angemessen finden.

„Zeigt die Sonne," fährt unser Astronom sodann fort, „eben eine größere Thätigkeit in Erzeugung dunkler Flecke, so bringt sie auch die meisten hellen Flecke (Fackeln) oder Lichtwolken hervor," welchen Umstand man den gegebenen Erklärungen nicht weniger angemessen finden wird, da die an einer Stelle weggerissene Lichtmaterie sich an einer andern natürlich zusammenhäufen muß. „Diese Zusammenhäufungen von Lichtmaterie sind eben so veränderlich wie die Flecke selbst; sie bilden geballtes Lichtgewölk, Fackeln, oder sie dehnen sich linienförmig, ästig (aderförmiges Lichtgewölk) über einen größern Theil der Sonnen-Oberfläche aus. Dieses Lichtgewölk stimmt mit den dunkeln Flecken darin überein, daß es sich nicht mehr genau im Rande der Sonne, sondern am augenfälligsten in einiger (geringer) Entfernung davon (etwas näher nach der Mitte der Sonnenscheibe hin, aber nicht auf dieser Mitte selbst) zeigt, wo es oft einen prachtvollen Anblick gewährt." Schwabe empfiehlt zur eigenen Anstellung der schon jener Pracht des Anblickes wegen sehr lohnenden Beobachtung solchen geballten Licht-

* Sehr genaue neuere Bestimmungen geben (vergl. hinten) die Dauer dieser Sonnenumwälzung (dieser Tag der Sonne) = 25 unserer Tage 9 Stunden 59 Minuten 18 Secunden.

gewölks nur ein recht lichtvolles, wenn auch nicht stark vergrößerndes Instrument und ein recht gutes Sonnenglas. „Damit ausgerüstet, wird man leicht bemerken, daß das geballte Lichtgewölk beim ersten Eintreten am östlichen* (linken) Sonnenrande kaum sichtbar wird, dann aber an Lichtglanz und Deutlichkeit zunimmt, bis es sodann wieder matter erscheint und in diesem geringeren Glanze bis zur Annäherung gegen den westlichen (rechten) Rand der Sonnenscheibe verharrt, wo ein abermaliges Glanzmaximum bis zum Verschwinden der betreffenden Lichtwolke stattfindet.“ Dieß ist die Regel der Erscheinung; zuweilen (namentlich im Juni und Juli 1842) beobachtete Schwabe aber auch dergleichen Lichtgewölk von so außerordentlichem Schimmer, daß dasselbe selbst auf der Sonnenmitte nichts vom Glanze verlor, und die ganze Aequatorialregion der uns zugekehrten Hälfte der Sonnenkugel davon wie mit einem leuchtenden Gürtel umgeben war. Da der Grund der Erscheinung hiernach offenbar lediglich in der größern oder geringern Intensität der leuchtenden Kraft des Lichtgewölkes liegt, so sehe ich mich auch nach einer andern Erklärung nicht weiter um.

So weit Schwabe. Die Leser werden mit Vergnügen die Uebereinstimmung der Resultate seiner Beobachtungen mit der angedeuteten älteren Herschelschen Vorstellung von der physischen Natur der Sonne bemerkt haben; denn, wie gesagt, eine solche Bestätigung des schon früher Gefundenen, eine Erhebung desselben über alle Zweifel, hat für die ächte Wissenschaft unendlich mehr Werth, als Abweichendes, ganz Neues. Wir haben uns zugleich überzeugt, daß, wie Schwabe so richtig sagt, die Sonnenflecke mit den dadurch erzeugten Sonnenfackeln das einzige Indicium sind, welches uns bei jenen Schlüssen zur Bestimmung der Natur der Sonne leitet. Bekäme jener Lichtmantel der Sonne nie solche Risse, durch welche wir auf den von dieser Glanzhülle bedeckten eigentlichen Sonnenkörper hinab sehen könnten, so würden wir auch das wenige, was uns jetzt von demselben bekannt ist, nicht einmal vermuthen können, sondern jeder andern Hypothese, welche sich nur mit der aus den Gravitationswirkungen der Sonne folgenden Masse ihres Kerns vertrüge, gleiche Zulässigkeit einräumen müssen.

Die Sonnenflecke dagegen verschaffen uns, um jetzt zu resumiren, wenigstens die durch Schwabe's Beobachtungen bis zur Gewißheit erhobene Ueberzeugung, daß unter der äußersten Kugelhülle aus eigenthümlicher Lichtmaterie, von welcher sich uns die Sonne umgeben zeigt, ein dunkler Körper liegt, über welchem sich zunächst noch eine hellere Schicht von solcher Natur findet, daß sie das eingeschlossene Dunklere zuweilen ganz entblößen und sich in lichterer Schattirung rings um die dergestalt entblößten Stellen zeigen kann. — Diese sorgfältig gewählten Ausdrücke bezeichnen nur noch das reine Resultat der unmittelbaren Beobachtung; nichts scheint aber natürlicher, als daß die Analogie nun aus dem nicht wegzuläugnenden Schwarzen einen festen planetarischen Körper, und aus der unmittelbar darüber liegenden Schicht eines sich bald weg-, bald wieder zusammenziehenden Fluidums eine atmosphärische, eine Wolkenschicht macht. Wie viel weiter man indeß bei Verfolgung dieser beiden, hiernach so wohl begründet scheinenden Annahmen eines festen Sonnengrundes und einer darüber hängenden Wolkendecke an der Hand der Analogie noch gehen, ob man z. B. mit dem ehrwürdigen Bode die Bewohntheit des planetarischen Sonnenkerns durch denkende und genießende Wesen annehmen will, „welche sich unter dem Schutze jener Wolkendecke vor den zu heftigen Einflüssen der umringenden Licht- (und Wärme-) Sphäre bewahrt finden;“ diese detaillirtere Ausschmückung eines Gemäldes, von welchem ich nur einige recht kräftige und unverkennbare Grundzüge angeben wollte, überlasse ich der eigenen, mehr oder weniger

* Vielleicht ist es manchen Lesern angenehm, sich hier noch daran erinnert zu sehen, daß die Axendrehung der Sonne, gleich der der Erde und aller Gestirne unseres Systems, von der Rechten zur Linken erfolgt, so daß sich die Sonnenkugel vor unsern Augen in dieser Richtung gleichsam „überschlägt,“ demzufolge die „Fackeln“ (und Flecke) also umgekehrt links (östlich) ein- und rechts (westlich) austreten.

lebhaften Einbildungskraft eines jeden Lesers. — Das dankenswerthe Hauptresultat von Schwabe's Beobachtungen ist also die durchgängige Bestätigung der Herschel'schen Ansicht von der physischen Beschaffenheit des Sonnenkörpers. Diese Ansicht erhält aber noch eine anderweitige Bekräftigung durch sehr delikate Bestimmungen über eine gewisse Periodicität der Sonnenflecke (Wiederkehr gewisser bestimmter Formationen dieser Flecke nach bestimmten Zeiten und an bestimmten Puncten der Sonnenscheibe), worüber ich schon Mittheilungen besitze und nur noch mehrere erwarte, um dann in dem folgenden Artikel auf diesen so interessanten Gegenstand nochmals zurückzukommen.

Soweit Herschel-Schwabe. — Ich habe mich aber jetzt erst noch über eine, mit ihren Erklärungen von der Naturbeschaffenheit des Sonnenkörpers in der engsten Verbindung stehende andere Erscheinung, nämlich über das sogenannte „Thierkreis-" (Zodiakal-) Licht (Zodiacus-Thierkreis; vergl. den besondern Art.) auszusprechen. Wenn die Sonne nämlich eben untergegangen ist oder eben aufgehen will, sieht man, besonders im Frühjahr und Herbste, und in den Tropenländern,* „ein," wie sich Hansen l. c. darüber ausdrückt, „blasses, zartes, dieses Gestirn begleitendes und in länglich schmaler linsenförmiger Gestalt erscheinendes Licht. Während der Monate März, April und Mai zeigt es sich nach dem Untergange, und 6 Monate nachher vor dem Aufgange der Sonne. Dasselbe erstreckt sich alsdann vom Horizonte in schräger Richtung aufwärts; die Entfernung seines Scheitels von der Sonne verändert sich zwischen 40° und 90°, und seine Breite geht von 8° bis auf 30°. In der Wirklichkeit liegt die Axe dieses Lichtscheins in der Ebene des Sonnenäquators, und er erstreckt sich über die Bahn des Merkurs hinaus." Worin besteht er nun aber? Darauf habe ich schon im Art. Atmosphäre der Sonne geantwortet: „er besteht in der, durch die schnelle Axendrehung der Sonne* zu jener Linsen- (sphäroidischen) Gestalt abgeplatteten und so weit ausgedehnten, leuchtenden Sonnen-Atmosphäre." Die Existenz einer solchen „Sonnen-Atmosphäre" wird also durch den Augenschein des Zodiakal-Lichtes dargethan, und solchergestalt die obige Darstellung von Herschel und Schwabe über Sonnenbeschaffenheit noch mittelst eines Beweisgrundes mehr unterstützt. Dieß habe ich auch mit der Erwähnung in Beziehung auf jene Darstellung besonders beabsichtiget. Man hat die oben beigebrachten früheren Ansichten von der Feuer-Natur des Sonnenkörpers stets als ein so entscheidendes Argument gegen seine Bewohnbarkeit und Bewohntheit, worüber ich doch auch ein Wort sagen muß, geltend gemacht,** daß dadurch Alles, was für eine geeignetere physische Beschaffenheit dieses Gestirns zeugt, eine Bedeutung mehr erhält. Denn, wenn es gewiß ist, und der Naturphilosoph also mit seiner Behauptung Recht hat, daß die Weltkörper bewohnt sind, aus dem einfachen Grunde der Ueberzeugung des denkenden Geistes von der höchst möglichen Zweckmäßigkeit alles Erschaffenen; so hieße es den Schöpfer einer eigenthümlichen teleologischen Inconsequenz beschuldigen, gerade den größten aller Körper unseres Systems von dieser all-

* Die Erklärung, weßhalb namentlich zu dieser Zeit und in diesen Ländern, im schon bezeichneten besondern Artikel Thierkreislicht.

* Die Sonne drehet sich, wie schon oben erwähnt ist, zwar erst in 25 Erden-Tagen um ihre Axe; ihr Aequator übertrifft aber (vergl. ebenfalls oben) den Erd-Aequator dabei an Umfang über 100 Mal, wonach die Rotationsgeschwindigkeit eines Punctes desselben also ($^{100}/_{25}$ =) über 4 Mal größer als bei uns ist.

** Selbst Huygens, der doch die Bewohntheit aller übrigen Systemskörper einräumt (in dem oben erwähnten Werke Cosmotheor. S. 126): „In hoc ipso *Sole* non improbabile quibusdam visum est, animalia vivere posse. Sed cum multo magis etiam, quam in Lunis, *conjectura omnis hic dificiat*, nescio, qua ratione id ita esse opinati sunt." — Herschel's im Texte aufgeführten „rationes" würden seine Ansicht wahrscheinlich verändert haben.

gemeinen Regel auszuschließen; — und die Bewohntheit des Sonnengestirns durch denkende, genießende, seiner Naturbeschaffenheit angemessen organisirte Wesen muß vielmehr angenommen werden.

Mit dieser erhabenen Andeutung beende ich den gegenwärtigen Vortrag über die „Sonne," welcher jedoch durch den nun gleich folgenden besonderen Artikel Sonnenflecke noch die bevorworteten Emendationen erhalten wird. Die historischen und literarischen Notizen sind schon im Laufe unserer Besprechung beigebracht; und ich drücke daher schließlich nur noch mein Bedauern aus, daß die Sonne nicht, gleich dem Monde am trefflichen Mädler, auch bereits einen Monographen gefunden hat, indem noch keine Literatur der Welt eine eigentliche Monographie dieses großen und prächtigen Gestirns besitzt (wiewohl Herschel und der Lilienthaler Astronom Schröter, auf Veranlassung der Beobachtung der Sonnenflecke, Vorarbeiten dazu geliefert haben, die ich neben andern dahin einschlagenden Werken aber erst in diesem besondern Artikel anführen kann).

Sonnenflecken;* Maculae solares; *Taches du Soleil.* Man sieht in der Sonne von Zeit zu Zeit schwarze „Flecken" von unordentlicher Gestalt, oft einzeln, oft in größerer Anzahl. — Ich werde dieses merkwürdige Phänomen am ordentlichsten abhandeln können, wenn ich, nach dem Vorgange meines verewigten Lehrers, des 1795 verstorbenen Leipziger Naturforschers Gehler, 1) von der Geschichte der Entdeckung der Flecken, dann 2) von den beobachteten Erscheinungen derselben, und 3) der daraus geschlossenen Axendrehung der Sonne rede, hiernächst 4) die früheren Meinungen über die Natur dieser Flecken beifüge, und endlich 5) mit einer, jenes Frühere zugleich resumirenden und comparativen Darstellung der neuesten Forschungen über Sonnenflecke schließe. Dabei empfehle ich die eventuelle Vergleichung des vorangehenden Artikels Sonne, welchen, bevorwortetermaßen, hinwiederum der gegenwärtige ergänzen soll, und bitte zugleich um Entschuldigung wegen einiger Wiederholungen, die unvermeidlich waren, wenn, plangemäß, gleichwohl jeder der beiden Artikel, so viel irgend möglich, ein in sich selbst abgerundetes Ganzes werden sollte.

1) Geschichte der Entdeckung der Sonnenflecke.

Man findet in einem ungenannten Annalisten des Mittelalters („Astronomi anonymi Annales Caroli M. in *Jo. Reuberi* Collect. scriptor. rer. Germanicar." p. 27 sq.), beim Jahre 807, unter mehreren astronomischen Beobachtungen auch folgende erzählt: „Et stella Mercurii XVI. Kal. April. visa est in Sole, quasi *parva macula nigra*, paulo superius medio centro ejusdem sideris, quae a nobis *octo dies* conspecta est. Sed quando primum intravit et exivit, nubibus impedientibus, minime notare potuimus." Da es unmöglich ist, den Mercur mit bloßen Augen und acht Tage lang in (vor) der Sonne zu sehen, so muß dieß wohl ein großer, mit bloßen Augen und vielleicht durch ein gefärbtes Glas, wie man (vergl. unten), des Glanzes der Sonne wegen, noch jetzt anwendet, wahrnehmbarer Fleck gewesen seyn. Kepler (Paralip. ad Vitell. pag. 306. Bd. I. S. 890 unseres Wörterbuches), dieser Beobachtung erwähnend, bezieht die Erscheinung gleichwohl auf den Mercur, wurde aber schon damals von Möstlin (dem uns bereits bekannten, 1631 verstorbenen Professor der Mathematik zu Tübingen) widerlegt. — Vielleicht lassen sich auch die Nachrichten des Arabers Albufarag,* daß die Sonne im Jahre 535 längere Zeit hindurch eine merkliche Lichtverminderung erlitten habe, und daß im Jahre 626 eine Hälfte der Sonnen-

* Ich mache wiederholentlich darauf aufmerksam, daß ich aus den vorn angeführten Gründen die strenge alphabetische Folge hier unterbrochen habe; die, derselben gemäß, erst noch einzurückenden Artikel Sonnenbahn, Sonnenferne, folgen aber sodann alsogleich.

* Weiteres darüber beim Lalande „Astronomie." §. 3128. Für uns wird das Obige genügen.

scheibe viel dunkler ausgesehen habe, aus großen und häufigen Sonnenflecken erklären.

Kepler glaubte, den Mercur am 28. Mai 1607 ebenfalls in der Sonne gesehen zu haben* („Phaenomenon singulare s. Mercurius in Sole. Lips. 1609. 4.); als Er aber später Nachricht von der Entdeckung der Sonnenflecke erhielt, bekannte Er selbst, im Irrthume gewesen zu seyn. Kepler hat also unter den Neueren zuerst einen „Sonnenfleck" gesehen, ohne ihn jedoch dafür zu erkennen; Er war aber selbst darauf stolz, und nennt sich in der Vorrede zu seinen Planetentafeln (Kepler's Problem, S. 888) „Felix hoc ipso, quod primus hoc saeculo maculorum observator!" vergleicht sich auch mit dem Marius, welcher (Nebenplaneten, S. 212) die Jupitersmonde auch zuerst gesehen, aber ebenfalls nicht für das, was sie sind, erkannt habe.

Bald nach Erfindung der Fernröhre erblickten mehrere Beobachter die Sonnenflecken fast zu gleicher Zeit. Johann Fabricius, dessen Vater, David, Prediger zu Ostell in Ostfriesland, und selbst Beobachter war, brachte von einer Reise durch Holland ein Fernrohr mit, durch welches er, sammt seinem Vater, ohne weitere Vorbereitung auf Gefahr ihrer Augen Flecken beobachteten, und aus deren Bewegung sogleich auf eine Axendrehung der Sonne schloßen. Es ist Schade, daß sie den Tag der ersten Wahrnehmung nicht genau angemerkt haben; indeß ist die Schrift, welche der Sohn darüber zu Wittenberg drucken ließ, „*Jo. Fabricii* Phrysii de maculis in Sole observatis et apparente earum cum Sole conversione." 4. vom Juni 1611, und unzweifelhaft die allererste über diesen Gegenstand erschienene. Auch gesteht Kepler (l. c.) dem Fabricius die Ehre der Entdeckung (vergl. jedoch hinten) zu. Letzterer erzählt in seiner Schrift, daß er sich seit dem Anfange des Jahres 1611 die Bewegung der Flecken notirt habe, daher man die Wahrnehmung spätestens in das Ende des vorangehenden Jahres 1610 setzen kann.

Dagegen wurden diese Flecken erst im März des folgenden Jahres 1611* zu Ingolstadt vom dortigen Professor der Mathematik, dem Jesuiten Christoph Scheiner, gesehen, welcher die Sonne, wenn sie hinter einem dünnen Wolkenflore stand, durch ein Fernrohr beobachtete. Er zeigte diese Erscheinung am 21. desselben Monats seinem Collegen, dem P. Cysatus, und bediente sich bei fortgesetzten Beobachtungen erst (vergl. oben) blauer Gläser, bis er später die im Art. Heliosкop, S. 249, beschriebene Vorrichtung erfand, wobei das Sonnenbild mittelst eines ausgezogenen Fernrohres (also auf eine vollkommnere als die oben mit Verweisung hieher erwähnte Keplersche Weise) im verfinsterten Zimmer projicirt wird.** Dieß setzte ihn in den Stand, das Phänomen noch mehreren seiner Ordensbrüder zu zeigen, so daß sich der Ruf davon bald verbreitete. Weil man aber nach der damaligen Aristotelischen Philosophie die Sonne für den vollkommensten Körper, für (s. den voraufgehenden Art. Sonne sub fine) das „reinste Feuer" hielt, so mochte der Provincial des Ordens, Theodor Busäus, die Entdeckung von „Flecken" in diesem Gestirn nicht ohne Behutsamkeit veröffentlichen lassen, und Scheiner sendete daher die Nachricht an den gelehrten Patricier Marcus Welser zu Augsburg, welcher sie: „Tres epistolae de maculis solaribus scriptae ad *Marcum Velserum*, cum observationum iconismis." Aug. Vindelic. 1612. 4. unter seinem Namen

* Ich finde, daß diese Kepler'sche Beobachtung an einem im verfinsterten Zimmer (vergl. d. Art. Zimmer, verfinstertes) aufgefangenen Sonnenbilde (einer Projection) gemacht worden ist, worauf ich unten ebenfalls zurückkomme.

* Also doch immer noch vor der oben für den Juni desselben Jahres nachgewiesenen Bekanntmachung der Entdeckungen des Fabricius, von welchen Scheiner demnach keinerlei Kenntniß gehabt zu haben scheint.

** Diese historischen Details sind nach Lalande „Astronomie." Buch XX. vorgetragen, welcher sich dabei auf das unten näher zu bezeichnende große Werk der „Rosa Ursina" von Scheiner selbst bezieht.

bekannt machte. Diese Briefe sind vom 12. Novbr., 19. und 26. Decbr.; im letzten unterzeichnet sich Scheiner „Apelles latens post tabulam.“ Er ließ auch bald nachher eine Fortsetzung „De maculis solaribus et stellis circa Jovem errantibus accuratior disquisitio ad *Marc. Velserum* perscripta. Ibid. 1612. 4. mit 12 Kupfern folgen, wo der letzte, vom 25. Juni 1612 datirte Brief die Unterschrift: „Apelles latens post tabulam, vel si mavis, Ulysses sub Ajacis clypeo“ trägt. Als Scheiner einige Zeit darauf nach Rom berufen wurde, setzte er daselbst seine Beobachtungen mit bewundernswürdigem Fleiße fort, und beschrieb sie nachher in dem großen und schätzbaren Werke: „Rosa Ursina,* s. *Sol* ex admirando focularum et macularum suarum Phaenomeno varius, nec non super polos proprios mobilis, a Chr. *Schcinero*, Germ. Suevo e S. J. Bracciani. 1630. Fol., welches über 2000 Beobachtungen abbildet, und von den damaligen Astronomen mit ausgezeichnetem Beifalle aufgenommen wurde, so daß Riccioli (Bd. I. S. 343) im Almag. nov. davon sagt: „*Scheinerus* meliorum observationum desperatione et se et Solem ipsum vicit.“

Noch muß ich bemerken, daß Galilei Ansprüche darauf machte, die Sonnenflecke gesehen zu haben, ehe ihm Scheiner's Beobachtungen bekannt gewesen seyen. Welser hatte nämlich die Briefe des „Apelles“ am 6. Januar 1612 an ihn gesendet, worauf Er in einem Schriftchen: „Istoria e dimonstrationi alle machie solari.“ Rom. 1613. 4. mit der Behauptung antwortete, daß Scheiner vielmehr Kenntniß von seinen (Galilei's) früheren Beobachtungen gehabt haben werde; allein Scheiner hat sich dagegen in der Vorrede zur angeführten „Rosa Ursina“ sehr gründlich vertheidiget.

Das Resultat dieser Nachweisungen möchte darin bestehen, daß Fabricius in der That der frühere Entdecker der Sonnenflecke gewesen ist; die erste Publication wenigstens rührt, angeführtermaßen, unzweifelhaft von ihm her. Indeß will v. Zach (Bd. I. S. 90), wie ich in meinen Notizen finde und oben andeute, in den Manuscripten des 1621 zu Oxford verstorbenen, englischen Privatgelehrten Thomas Harriot noch weiter hinauf reichende Beobachtungen dieser Flecken angetroffen haben. Sey dem Allen jedoch, wie ihm wolle, so behauptet Scheiner, was den Umfang der Beobachtungen, den Scharfsinn der Discussion und den ausdauernden Fleiß in Verfolgung des Phänomens betrifft, ganz gewiß den ersten Rang, welcher Ihm gegenwärtig auch allgemein zugestanden wird.*

2) Erscheinungen der Sonnenflecken.

Man beobachtete, wie ich im vorhergehenden Abschnitte angeführt habe, die Sonne sonst, wenn ihr Glanz durch einen Wolkenflor gemildert war;** Fabricius hat mit Gefahr seiner Augen durch das Fernrohr sogar gerade hinein gesehen; und Kepler und Scheiner haben das verfinsterte Zimmer entweder allein oder in Verbindung mit dem Heliostop zu Projectionen angewendet. Jetzt wendet man doch lieber das Fernrohr mit einem vor dem Ocular eingeschraubten dunkeln Planglase an***

* Dieser Ausdruck „Rosa Ursina“ könnte zu einer Frage Veranlassung geben; ich antworte auf diese Frage, wie auf noch manches Andere, in der Schlußabtheilung des gegenwärtigen Artikels.

* Man bezeichnet Ihn daher, wie auch wir im Schluß-Abschnitte gethan haben, oft selbst als ersten Entdecker.

** Einzelne, besonders hervorstechende Flecke machen sich sogar dem scharfen unbewaffneten Auge beim Auf- oder Untergange der Sonne, wo man gefahrlos in dies Gestirn schauen kann, hinreichend bemerklich.

*** Ich finde in meinen Notizen, daß unser Münchener Astronom Gruithuisen zugleich ein violettes und ein grünes Planglas angewendet und dadurch ein schönes weißes Sonnenbild erhalten habe. Oft begnügt man sich auch, das Glas bloß vor der Lampe anlaufen zu lassen; die Sonne erscheint dann ganz dunkelroth, und ihr Anblick ist dem Auge unschädlich.

(ich komme im letzten Abschnitte darauf zurück).

Bei der auf diese Weise erleichterten Beobachtung zeigen sich die meisten Sonnenflecke sodann in der Mitte schwarz („Kernflecke"), mit einem bräunlichen oder weißgrauen Nebel („Bramen")* umgeben. Diesen Nebel (atmosphaera) vergleicht der uns aus dem A. Mond, S. 154, bekannte Danziger Astronom Hevel („Proleg. Selenogr. pag. 84) mit den Flecken, welchen der Hauch aus dem Munde auf einem Spiegelglase macht, und fügt hinzu: „bisweilen erscheine derselbe auch gelbgrau (instar halonis)." Oft zeigen sich solche Nebel oder Schattenflecke (umbrae) auch ganz allein, ohne schwarzen Kern, und breiten sich zu sehr großen Flächen aus. Hevel sah einen solchen im Juli 1643, welcher („Selenograph. App. p. 506) fast den dritten Theil des Sonnendurchmessers einnahm.** Aus solchen bloßen „Schattenflecken" entstehen, nach demselben Beobachter, in der Folge einzelne dunkle Flecken.

Sonnenfackeln („Faculae solares; *Facules*), oder Stellen, welche heller als das übrige Sonnenlicht aussehen, werden schon von Scheiner, bestimmter aber wieder von Hevel erwähnt; de la Lande, welcher diesen Gegenstand im XX. Buche seiner „Astronomie" sehr instructiv behandelt, hält sie (vergl. hinten) nur für den zwischen den Flecken hervorleuchtenden hellen Grund. Der Lilienthaler Astronom Schröter (Bd. I. S. 77) hat jedoch, in Uebereinstimmung mit Herschel, später unzweifelhaft dargethan (und die Erklärungen in der Schlußabtheilung weisen auch aus der Naturbeschaffenheit des Sonnenkörpers selbst die Nothwendigkeit der Begleitung der Flecken durch „Fackeln" nach), daß die Sonne niemals ohne Lichtadern und Striemen von größerer Helligkeit als der übrige Theil der Oberfläche ist.* Eine Gattung derselben zeigt sich zwischen und auf den dunkeln Flecken; eine andere unter der Gestalt gruppenweis bei einander lagernder Lichttüpfelchen, wie, um mich des Ausdruckes unseres Schröter zu bedienen, „Landschaften von Bergen und Thälern" (worauf ich hinten ebenfalls zurückkomme).

Die Sonnenflecke sind ihrer Form nach äußerst veränderlich. Schon Scheiner beobachtete ihr Wachsen, Abnehmen, ihre Auflösung in Nebel oder Schatten, gleichwie ihr schon oben erwähntes Entstehen aus diesen letzteren; verschwundene schienen in der Folge auf eben der Stelle wiederzukommen;** — noch aber hat man, soviel mir bekannt ist, und wie auch schon Cassini (Jaques, d. Sohn) in den mehrfach citirten „Elémens d'Astronomie" S. 81. anführt, keinen Sonnenflecken beobachtet, dessen Erscheinung (abgesehen vom einstweiligen Unsichtbarwerden wegen der Rotation der Sonnenkugel) ununterbrochen 70 Tage gedauert hätte.***

* Mehrere solche, der neueren, noch ziemlich willkürlichen Sonnen-Terminologie angehörigen Kunstausdrücke kommen im Laufe des Artikels vor.

** Ich komme auf die, an und für sich freilich erstaunliche, in Bezug auf die gewaltige Größe der ganzen Sonnenkugel aber nach genaueren neuen Messungen immer noch unbedeutende Ausdehnung der Sonnenflecke in der Schluß-Abtheilung zurück.

* Mehrfache Mittheilungen über diese Schröter-Herschel'schen Beobachtungen finden sich in Bode's (des verewigten Berliner Hof-Astronomen) „Jahrbuch" für 1792; und die Fortsetzung zieht sich hernach durch die meisten der folgenden Jahrgänge hin. Schon vorher hatte Schröter aber ein eigenes Werkchen: „Beobachtungen der Sonnenflecken und Sonnenfackeln." Erfurt. 1789. 4. m. Kpfrn. darüber erscheinen lassen, gleichwie sich eine eigene Abhandlung Herschel's: „Ueber die Natur und den Bau der Sonne," im zweiten Supplementbande der oben erwähnten Jahrbücher findet.

** Ueber diese Andeutung einer gewissen „Periodicität," als einen der allermerkwürdigsten Umstände, handle ich unten mit besonderer Ausführlichkeit.

*** Dem mag, als Resultat der Beobachtung, allerdings so seyn; aus der Natur der „Sonnenflecke" und den Gründen ihres Entstehens folgt aber, wie wir hinten noch bestimmter se-

Eben so veränderlich ist die Zahl der Sonnenflecken. Zur Zeit ihrer Entdeckung (also um 1610) war die Sonne nie ohne sie; Scheiner nahm einstmals 50 Flecke auf Einmal wahr, und ich habe gleich vorn Fälle angeführt, in denen mit aller Wahrscheinlichkeit auf noch viel mehrere geschlossen werden darf. In meinen Notizen finde ich einer Beobachtung des Hof-Astronomen König zu Mannheim vom 23. Septbr. 1785 erwähnt, da 38 so große dunkelschwarze Flecken zu sehen waren, daß sie, wenn sie vereint gewesen wären, eine 4½ „Zoll" große Sonnenfinsterniß (s. d. Art. S. 471) verursacht haben würden. Aehnliche Fälle führen Schröter, Herschel (in den oben namhaft gemachten Werken) mehrfach an; und es ist nach den Ausweisen dieser Astronomen vorgekommen, daß sich, wie ich bevorwortetermaßen unten auch noch näher darthue, der von solchen Flecken auf der Sonnenscheibe eingenommene Raum zehn und mehrere Mal größer, als die ganze Oberfläche der Erde befunden hat. Dabei tritt, wie besonders der verewigte Wiener Astronom Littrow in seiner „Populären Astronomie." II. 15. hervorhebt, der nicht weniger bemerkenswerthe Umstand ein, daß die Flecken sich vorzugsweise in der äquatorealen Region der Sonne bilden,* wonach es scheint, als wenn die im vorangehenden Art. Sonne nachgewiesene Schnelligkeit des Rotationsschwunges dieser ungeheuren Kugel, welcher Schwung sich natürlich vorzüglich in jener Region verofenbart, auf die Fleckenbildung nicht ohne Einfluß sey.

Alle Sonnenflecken scheinen (so lange sie sichtbar sind) ziemlich parallel mit einander von Osten nach Westen (von der Linken zur Rechten) durch die Sonnenscheibe fortzurücken. Wenn der Flecken lange genug dazu dauert (sich nicht vorher auflöst oder verzieht), so wendet er dazu 12 bis 13 Tage an, wird nun am (rechten, am) Westrande der Sonne unsichtbar, bleibt dieß 13 bis 14 Tage (also — vgl. unten — etwas länger), und kommt sodann am (linken, am) Ostrande wieder da hervor, wo man ihn vor beiläufig 27 Tagen zuerst gesehen hatte. Diese, also allen Sonnenflecken gemeinsame Bewegung scheint solchergestalt wider die Folge der Zeichen (s. d. Art.), nach welcher sie (vergl. unten) gleichwohl wirklich erfolgt, zu geschehen, und die genauere Zeit, binnen welcher eine solche Rückkehr der Flecken zur nämlichen Stelle auf der uns eben zugewendeten Sonnenhalbkugel erfolgt, wird von Cassini in den eben citirten „Elémens d'Astronomie." L. II. ch. 1. auf 27½ Tag* angegeben.

Um den Anfang des Juni, wenn die Sonne in 10° der Zwillinge steht, erscheinen die Wege, die die Sonnenflecken über die Sonnenscheibe beschreiben, als gerade Linien, welche von Norden nach Süden hinabgehen, und mit der Ekliptik Winkel von 7½° machen. In den folgenden Monaten fangen sich diese Flecken-Bahnen an zu krümmen, und bilden Ellipsen, deren große Axe immer mehr der Ekliptik parallel wird, und deren Höhlung sich aufwärts oder gegen Norden kehrt. Zu Anfange des September, wenn die Sonne in 10° der Jungfrau kommt, haben diese Ellipsen ihre größte Eröffnung; ihre große Axe ist alsdann der Ekliptik parallel und verhält sich zur kleinen = 100 : 13. Von dieser Zeit an verringert sich die Krüm-

ben werden, keinesweges, daß dem auch so seyn müsse.

* Besonders gilt dieß von den schwärzeren (den oben so bezeichneten Kern-) Flecken; ich finde in meinen Notizen, daß der (1718 verstorbene) französische Astronom Lahire bei langjährigen Sonnen-Beobachtungen nur ein einziges Mal einen „Kernfleck" in 70° heliographischer Breite wahrgenommen habe.

* Ich bevorworte, daß die hinten beizubringenden neuesten Beobachtungen des französischen Astronomen Flaugergues eine etwas kürzere Zeit geben, wie denn in dieser Bestimmung überhaupt noch eine gewisse Ungenauigkeit herrscht, welche sich leicht aus der Schwierigkeit, die Identität der Flecken zu constatiren, erklären läßt. Man müßte, um ganz streng zu seyn, auch Rücksicht auf den Zeitpunct der Beobachtungen nehmen, da die, wie wir sehen werden, hierbei mit in Betracht kommende Bewegung der Erde in ihrer Sonnenbahn ungleich ist.

nung wieder, und die große Axe der Bahn-Ellipsen hebt sich gegen die Ekliptik aufwärts, so daß um den Anfang des December, in 10° des Schützen, die Flecken wieder in geraden Linien, aber nun, umgekehrt, von Süden nach Norden hinauf gehen, wobei die Ekliptik unter dem nämlichen Winkel der 7½° geschnitten wird. Hierauf krümmen sich diese Bahnen nochmals zu Ellipsen, welche jedoch jetzt die hohle Seite unterwärts gegen Süden wenden, bis sie zu Anfang März, in 10° der Fische, neuerdings die größte Eröffnung bekommen, und die große Axe, wie oben, der Ekliptik parallel und gegen die kleine im selbigen Verhältnisse = 100 : 13 ist. Nach dieser Zeit nimmt die Krümmung in derselben Weise ab, die Richtung der Bahnen neigt sich gegen die Ekliptik und erlangt mit dem Anfang des Juni die ursprüngliche Beschaffenheit. — Figur 5 der Tafel XV. zeigt diese scheinbaren Bahnen der Sonnenflecken in den angegebenen vier vorzüglichsten Standpuncten, so daß EL die Ekliptik vorstellt, und die Flecken bei A ein- und bei B austretend angenommen sind; zur Erklärung des Vortrages komme ich aber gleich.

3) Umwälzung der Sonne um ihre Axe*.

Sonnen-Aequator.

Aus dieser Art von Erscheinung der Bewegung der Sonnenflecken schloßen, angeführtermaßen, schon die ältesten Beobachter, Fabricius und Scheiner, auf eine Umwälzung der Sonne um ihre Axe. Nimmt man nämlich an, daß sich die Flecken auf der Oberfläche der Sonnenkugel selbst befinden, so folgt diese Rotation aus den Erscheinungen unwidersprechlich. Nun könnte man die Flecken zwar auch für besondere, die Sonne etwann, so wie der Mond unsere Erde, umlaufende Körper halten. Allein von der großen Menge veränderlicher Flecken, an denen man nun schon seit über 200 Jahren die übereinstimmende Bewegung beobachtet, ist es ungereimt, Letzteres anzunehmen; und die Behauptung, daß sich die Flecken auf der Sonne selbst befinden und mit ihr drehen, läßt auch mit Rücksicht auf die Erklärung der Sonnen-Natur, gar keinen Zweifel mehr zu.

Die näheren Umstände dieser Umdrehung, wie wir deren Hauptmomente eben angedeutet haben, sind von der neueren Astronomie mit außerordentlicher Sorgfalt verfolgt worden; und zur Zurückführung der Einzelheiten der betreffenden Beobachtungen auf die eigentlichen Ursachen des Vorganges ertheilen besonders gründliche Anleitung Lalande „Astronomie.“ L. XX., und Delambre „Astronomie théorique et pratique.“ Tom. III. chap. 29.

Sey danach, wie auch ich nun zu dieser versprochenen Erklärung übergehe, zunächst die, durch die Beobachtung gegebene Zeit, binnen welcher ein Flecken (von der Erde aus gesehen) zu seiner vorigen Stelle auf der Oberfläche (Scheibe) der Sonne wiederkehrt, = t, die Zeit des Sonnenjahres = T, und sey Tafel XV. Fig. 6. ferner in S die Sonne (ihr Mittelpunct), in E die Erde, welche einen Flecken m gerade vor dem Mittelpuncte S der Sonne, also einen größten Kreis* auf der Sonnenkugel beschreibend, sehe. Indem sich die letztere Einmal umwälzt, und den Flecken dadurch nach m zurückbringt, geht die Erde in ihrer Bahn in (vgl. oben) derselben Richtung von E gegen V fort, und der Flecken scheint ihr also erst dann abermals vor der Mitte S der Sonne zu stehen, wenn er über eine völlige Umdrehung von m wieder bis m noch einen, dem EV ähnlichen Bogen** mn

* Ich finde in meinen Notizen einer eigenen, diesen Gegenstand betreffenden Schrift: „Ueber die Axendrehung der Sonne.“ Von Kyſäus. Siegen. 1846. 4. erwähnt, welche mir zwar noch nicht vorliegt, deren Anführung ich jedoch bei dem großen Interesse des Gegenstandes nicht habe unterlassen wollen.

* Man sieht leicht ein, daß diese Bedingung nur zur Erleichterung der Vorstellung aufgestellt ist, und daß sich die Sache für jeden Parallelkreis des „größten Kreises“ (des — vergl. unten — Sonnen-Aequators) genau eben so verhält.

** Ich darf die Leser an den Vorgang beim

auf der Kugeloberfläche der Sonne zurückgelegt hat. Dieses mn verhält sich zum ganzen Kugelumfange (zu dem ganzen „größten Kreise“ der Sonnenkugel), wie EV zum ganzen Umfange der Erdbahn, d. h. (indem man die Bewegung von E, wie die des Fleckens, gleichförmig annimmt) $= t : T$, oder wie $\frac{t}{T} : 1$. In der Zeit t ist also die Umwälzung $1 + \frac{t}{T}$ Mal zurückgelegt worden, daher die Zeit der Einmaligen Umwälzung von m bis wieder m, $= t$ dividirt durch $1 + \frac{t}{T} = \frac{Tt}{T+t}$* kommt. Dieß gibt, wenn man (s. oben) mit Cassini t = 27 Tage 12 St. 20′ annimmt, die Dauer der Rotation der Sonne (den Tag des Sonnenbewohners) = 25 unserer Tage 14 St. 8′. Eben so lang schlägt sie Lalande noch in der zweiten Aufl. der „Astronomie.“ §. 3160. an; in den „Mémoires de Paris.“ 1777. S. 457, setzt er diese Rotationszeit aber nach einer andern, hinten erörterten Methode auf $25^d\ 10^h$, ein Resultat, welches sich in einer so bewundernswürdigen Uebereinstimmung mit den neuesten Ermittlungen in der Schluß-Abtheilung unseres gegenwärtigen Vortrages findet, daß wir dabei werden stehen bleiben können.°

Die in der Tafel XV. Fig. 5. vorgezeichnete Rotationsbahn des Fleckens ist nach dem Obigen, wenn man die Zeit, binnen welcher die Sonnenkugel eben eine volle Rotation ausgeführt, gerade nur 360° um ihre Axe gemacht hat, mit t bezeichnet, durch denselben Ausdruck $\frac{Tt}{T+t}$.

Ich hebe dieß hier übrigens nicht ohne guten Grund hervor, da sonst bei einer Vergleichung der Widerspruch der Zeichen in den beiden Ausdrücken $\frac{Tt}{T+t}$ und $\frac{Tt}{T-t}$ Bedenken erregen könnte; wie gesagt, der Ausdruck $\frac{Tt}{T+t}$ bezieht sich auf unsern vorliegenden Fall der Herleitung des periodischen aus dem synodischen; $\frac{Tt}{T-t}$ lehrt dagegen die Ableitung des synodischen aus dem periodischen.

---

synodischen Monat (vergl. die folgende Anmerkung) erinnern.

* Dieser Ausdruck pflegt Anstoß zu geben; — was will man aber eigentlich wissen? die Zeit, binnen welcher die Sonnenkugel eben eine volle Rotation ausgeführt, gerade nur 360° um ihre Axe gemacht hat; man will aus dem synodischen Umlaufe des Fleckens den periodischen ableiten. Nun hat der Flecken synodisch, außer den 360°, gemacht $\frac{360^\circ . t}{T}$ $\left(\text{indem nämlich } T : 360^\circ = t : \frac{360^\circ . t}{T}\right)$, und man erhält danach $360^\circ + \frac{360^\circ . t}{T} : t = 360^\circ : \frac{Tt}{T+t}$, welcher Ausdruck also, wie oben, die den genauen 360° entsprechende Zeit, den verlangten periodischen Umlauf (die „Rotation“) der Sonnenkugel gibt. Es verhält sich damit vollkommen wie mit dem schon oben angeführten Unterschiede zwischen dem synodischen und periodischen „Monate,“ nur daß wir im letzteren Artikel, S. 140, umgekehrt das synodische aus dem periodischen abgeleitet hatten, wofür, indem wir dann vielmehr letzteres = t setzten, der Ausdruck $\frac{Tt}{T-t}$ kam; der periodische Monat folgt aus dem synodischen, wenn man diesen mit

° Die Leser könnten sich durch diesen, bereits vorn angedeuteten Mangel an Uebereinstimmung der älteren mit den neueren Resultaten überrascht finden. Allein schon der Lilienthaler Astronom Schröter (Bode „Astron. Jahrb.“ für 1792) und noch mehr Delambre, l. c., machen auf die Schwierigkeiten der betreffenden Beobachtungen aufmerksam. — Was garantirt, um nur den Hauptumstand nochmals hervorzuheben, besonders die Identität der Flecken beim gewöhnlichen Verfahren? Darum verdient das hinten geschilderte Verfahren der ausschließenden Benützung nur ganz ausgezeichneter Fleckengruppen so viele Aufmerksamkeit.

stellten Erscheinungen geben nach dieser Festsetzung der Zeit der Rotation sodann ferner zu erkennen, daß sich die Sonnenkugel in derjenigen Art um ihre Axe drehe, wie es die Figur 7 abbildet. Hier ist nämlich die Kugel pasq die Sonne, und der perspectivisch abgebildete Kreis, in welchem die Puncte 10° des Schützen (♐), der Fische (♓), der Zwillinge (♊) und der Jungfrau (♍) bezeichnet sind, stellt die Ekliptik (die Jahresbahn der Erde) vor. Die Sonnenkugel drehet sich nun nach der Richtung aq* um eine Axe ps, welche mit der Ebene der Ekliptik den Winkel pcl von 82 1/2° macht; und diese „Sonnenaxe" neigt sich gegen die Puncte 10° der Fische und 10° der Jungfrau, und bestimmt auf der Oberfläche der Sonnenkugel den nördlichen Pol p und den südlichen s. Der größte Kreis aq ist der schon oben erwähnte „Sonnen-Aequator," dessen Ebene die Ekliptik el also unter einem Winkel ace von 7 1/2° (Complement der obigen 82 1/2°) schneidet; die Durchschnittspuncte beider Ebenen fallen in diejenige Gerade („Knotenlinie"), die von 10° des Schützen zu 10° der Zwillinge geht, und diese Puncte geben die „Knoten" (vergl. d. Art.) des „Sonnenäquators" (mit der Ekliptik) ab. Alle Flecken, als, nachgewiesenermaßen, auf der Kugeloberfläche der Sonne selbst befindlich, bewegen sich demgemäß bei der Axendrehung in Kreisen, welche mit dem Aequator aq parallel laufen.

Hieraus werden nun die, Fig. 5 abgebildeten Erscheinungen der Fleckenbahnen begreiflich. Wenn die Erde (Fig. 7) um den (oben angegebenen) 1sten Juni in 10° ♐ steht, und also die Sonne diametral gegenüber in 10° ♊ erblickt, so befindet sie sich im Knoten des Sonnenäquators; sie betrachtet also diesen Kreis aq aus seiner Ebene selbst, daher ihr derselbe (in seiner — vergl. die folgende Anmerkung — Projection auf der Sonnenscheibe), gleich allen mit ihm parallelen Bahnen, geradlinig erscheint. Diese geraden Linien gehen hier in der Richtung von a nach q, d. i., wie gesagt, von oben herabwärts, und machen dabei mit der Ekliptik den bezeichneten Winkel ace von 7 1/2°. Zu dieser Zeit stehen die Pole der Sonne p und s beide im Rande der sichtbaren Sonnenscheibe. Nach einem Vierteljahre, zum 1sten September, kommt die Erde in 10° ♑, und sieht die Sonne in 10° ♍. Hier wird der Kreis aq, auf den wir uns beschränken, aus einem Puncte betrachtet, welcher außer seiner Ebene liegt (er wird schief gesehen), und muß also wie eine Ellipse erscheinen, deren sichtbare Hälfte (die unsichtbare fällt in die Rückseite der Sonnenkugel) oberwärts hohl ist. Die halbe große Axe dieser Ellipse ist dem Halbmesser der Sonne, die halbe kleine Axe der Linie qr gleich, daher sich beide Axen wie cq : qr, wie r : sin 7 1/2°, fast wie die angegebenen 100 : 13 (indem, für r = 1, sin 7 1/2° = 0,1305) verhalten. In dieser andern Stellung der Erde ist bloß der Nordpol der Sonne p sichtbar; der Südpol befindet sich in der von der Erde abgewendeten Hälfte.

Die Erscheinungen zu Anfange des Decembers und März, aus 10° ♊ und 10° ♍, sind den beiden vorigen sonst ganz ähnlich, und nur in Absicht auf die Lage der Fleckenbahnen gerade entgegengesetzt, so daß im December die geradlinigen Bahnen vielmehr von q nach a aufwärts gehen, und im März die Ellipsen ihre hohle Seite unterwärts kehren. Die Erscheinungen in den Zwischenzeiten lassen sich nicht weniger vollständig nach dieser Erklärung darstellen; und es bleibt also an der Axendrehung der Sonne, als Princip der gegebenen Erklärung, auch nicht der geringste Zweifel übrig.* Auch habe

* Der irdische Beobachter hat das Auge gegen die Kugel gerichtet, welche ihm, indem sie sich doch in der That von der Rechten zur Linken (von Westen gen Osten) umwälzt, umgekehrt, rotirend von a nach q (rechts, westlich) zu gehen scheint. — Eine an einem Faden, nach jener Richtung in Drehung versetzte Kugel macht den Vorgang gleich anschaulich.

* Man nehme, zu noch mehrerer Versinnlichung hiervon, bei Vergleichung unseres Artikels Rotation einen, den Sonnenäquator repräsentirenden Kreis-

ich nur hinzuzufügen, daß die Aſtronomen bloß über die genaue Knotenſtelle des Sonnenäquators, die ich in 10° des Schützen und der Zwillinge geſetzt habe, nicht ganz einig ſind, welches auch nicht eben befremden darf, da der dieſe Stelle bezeichnende Umſtand, daß die Fleckenbahnen aus der Geſtalt immer ſchmaler werdender Ellipſen dort eben in die einer ſtreng geraden Linien übergehen, natürlich ſehr delicate Beobachtungen erheiſcht.

Zum Schluſſe dieſes Abſchnittes führe ich noch an, daß ſchon der große Kepler („Astronomia nova, tradita Comment. de motibus stellae Martis. Pragae. 1609. Fol. — der volle Titel in Kepler'ſche Regeln, S. 890 — in introduct.), vor Entdeckung der Sonnenflecken, eine Arendrehung der Sonne geahnt hat, und komme mit dieſer Bemerkung, unſerer Verabredung gemäß, nun zu den

4) Meinungen der früheren Aſtronomen über die Natur der Sonnenflecken.

Bei der Unterſuchung über die Natur der Sonnenflecke kommt es zuerſt in Frage, ob ſich dieſe Flecken auf der Oberfläche der Sonnenkugel ſelbſt befinden, oder ob ſie frei ſchweben; ich habe aber für die erſtere Meinung ſchon zu Schluſſe des vorangehenden Art. Sonne ſo entſcheidende Gründe beigebracht, daß ich mich dabei begnügen kann. Der Umſtand, daß die Flecken etwas längere Zeit unſichtbar als ſichtbar ſind, weßhalb vorn hierher verwieſen worden, erklärt ſich augenblicklich daraus, daß ſie wegen der Wendung und Verkürzung der Fläche am Rande der Sonnenkugel nicht geſehen werden können.

Aber was ſind ſie nun eigentlich? Die erſten Entdecker, namentlich Scheiner, befangen in der Anſicht von der Sonne als einem Feuer, nehmen die Flecken demgemäß für Rauch- und Dampfwolken; Galilei erklärt ſie für Schaum auf dem großen Meere feiner, flüſſiger Sonnenmaterie; Hevel für Anſammlungen von Dünſten, welche er aus dem Sonnenkörper aufſteigen läßt; Lalande* für Maſſen, welche am Sonnenkörper feſt haften, über deren Natur er aber weiter nichts beibringt u. ſ. w. Eine naturgemäßere, teleologiſch annehmbarere Anſicht trug endlich der verewigte Berliner Hof-Aſtronom Bode in den „Beſchäftigungen der Berliner Geſellſchaft naturforſchender Freunde." Berlin. 1766. gr. 8. Band II. S. 225 flgd. vor. Der eigentliche Sonnenkörper iſt danach planetariſcher Natur, und zur Bewohnbarkeit in ſeiner Art eben ſo, wie unſere Erde in der ihrigen, eingerichtet; derſelbe iſt zunächſt mit einer ähnlichen Atmoſphäre verſehen, und nur im Aeußerſten mit einer Umhüllung ſeiner Lichtmaterie (einer „Photoſphäre") umfloſſen, wodurch der Sonne die leuchtende und wärmende Eigenſchaft beiwohnt; — die „Sonnenflecken" im beſondern aber ſind nur ſtellenweis und vorübergehend eintretende Entblößungen des feſten Sonnenkörpers (Sonnenkerns) von ſeiner Lichthülle, dergeſtalt, daß dabei kleinere oder größere Partien jenes dunkleren

ring (etwann von Pappe), und neige denſelben gegen eine, die Ebene der Ekliptik vorſtellende, runde Tiſchplatte, um den angegebenen Winkel der $7^1/_2^0$. Stellt man ſich demnächſt zuerſt ſo an den Tiſch, daß man das Auge gegen die Kante des Papp-Kreiſes richtet, ſo erſcheint derſelbe hier in der Projection (z. B. auf der gegenüberliegenden Wand) offenbar als gerade Linie, in der andern Stellung, 90° von der erſteren, ſodann aber, und dort alſo ſchief geſehen, als Ellipſe, wie ich es im Texte angebe.

Die Sonnenkugel mit ihrem Aequatorkreiſe ſchwebt vor unſerem Blick als eine ſolche „Kugel" wirklich im Raume; ſie erſcheint uns aber an dem eingebildeten Himmelsgewölbe in der Projection einer Scheibe, auf welcher ſich demnach Alles nach der bezeichneten Art darſtellt. — Das zugleich geſchilderte Verhalten der Sonnenpole dabei endlich aber erinnert, mutatis mutandis, ſehr lebhaft an den im Art. Parallelismus der Erdaxe erklärten Vorgang.

* Ich habe die betreffenden Schriften für Leſer, welche eigene Vergleichungen anſtellen wollten, ſämmtlich ſchon vorangehend namhaft gemacht.

Kerns als solche scheinbare „Flecken“ sichtbar werden.

Diese, durch die schon oben angedeuteten späteren Herschel-Schröterschen Beobachtungen und die darauf begründeten Schlüsse immer mehr als die richtige charakterisirte Ansicht von der Natur der Sonnenflecken steht in einem schöneren Einklange mit der nothwendigen Annahme von Absichten der Vorsehung auf Bewohntheit eines so großen Weltkörpers; sie ist seitdem auch die allgemeine geworden, und sie bahnt mir nun eben den Weg zu der letztlich verheißenen

5) Darstellung jener neuesten Forschungen über Sonnenflecken,

welche Darstellung ich in der bevorworteten Art selbst mit einigen, freilich unvermeidlichen Wiederholungen nach einem von mir für das Stuttgarter Morgenblatt gegebenen und gern gelesenen Aufsatze über diesen Gegenstand, als gleichzeitige nochmalige comparative Uebersicht des ohnedieß für uns so hochwichtigen und interessanten Ganzen, nunmehro folgen lasse.

„Die großen schwarzen Flecken,“ heißt es aber daselbst, „welche sich oft plötzlich auf der glänzenden Sonnenscheibe bilden, langsam über dieselbe wegziehen, am westlichen Rande der Sonne verschwinden, dann eine Zeit lang unsichtbar bleiben und hierauf am östlichen Rande wieder hervorzukommen pflegen, sind eine so höchst auffallende Erscheinung, daß sie gewiß die Aufmerksamkeit der meisten der Leser auf sich gezogen haben. Man braucht ja die Sonne, da sie selten ganz fleckenfrei ist, nur zuweilen durch ein gewöhnliches Fernrohr, vor dessen Augenglas zur Schützung des Auges vor dem Glanze ein stark gefärbtes Planglas geschraubt ist, aufmerksam zu betrachten, um sich selbst vom Vorkommen solcher Flecken auf ihr zu überzeugen. Nun erklären sich zwar alle Lehrbücher der Sternkunde darüber, und ich selbst habe mich bereits darüber vernehmen lassen, so daß der Gegenstand erschöpft schien; wie denn aber die Wissenschaft, zumal in unserer wunderbaren Zeit, in keinerlei Beziehung still steht, so hat sie sich auch der Sonnenflecken neuerdings bemeistert, und ein in meiner Nachbarschaft lebender genauer Beobachter* theilt darüber neue Entdeckungen mit, welche um so mehr Aufmerksamkeit verdienen, als sie wichtige Schlüsse auf die wahre Beschaffenheit des großen, herrlichen Sonnenkörpers zu gestatten scheinen. Zur leichtern Verständlichkeit der Sache wird es aber doch angemessen seyn, das Allgemeinere von den Sonnenflecken zuvor noch einmal in das Gedächtniß der Leser zurückzurufen, damit sie nicht nöthig haben, nach einem ander Buche zu greifen.

Zuvörderst bemerke ich, um mich bei den unten vorkommenden Angaben über die erstaunliche Größe mancher dieser Sonnenflecken darauf beziehen zu können, daß die Oberfläche der Sonnenkugel die unserer Erdkugel an Größe mehr als 10000mal übertrifft: die Oberfläche der Erde (Land und Meer) beträgt allerhöchstens zehn Millionen Quadratmeilen; die Oberfläche der Sonne darf auf mehr als 100000 Millionen Quadratmeilen angeschlagen werden; — ein Stück Oberfläche von der Größe unserer ganzen Erde ist also nur ein sehr unbedeutender Theil der Sonnenoberfläche. Man könnte, nach bekannten Regeln der Geometrie, schon daraus auf den cubischen Inhalt der Sonnenkugel schließen; ich führe aber, um den Lesern die Rechnung zu ersparen und ihrer Einbildungskraft doch zu Hülfe zu kommen, sogleich an, daß man aus der Sonnenkugel 1300000 der Erde gleich große Kugeln machen könnte.**

* Heucke in Driesen, der berühmte Entdecker der Asträa. Ich weiß nicht einmal, ob es dem bescheidenen Manne recht seyn wird, daß ich ihn hier nenne. Indeß verdient die Beharrlichkeit und Genauigkeit seiner Beobachtungen diese öffentliche Anerkennung; und ich kenne keine bessere Garantie für meine darauf gebauten, oben vorzutragenden Muthmaßungen über die Natur des Sonnenballs.

** Dieses Volumen der Sonne muß nicht mit ihrer Masse (ihrem Gewichte) verwechselt werden. Der Stoff der Sonne ist lockerer, leichter als der der Erde: man müßte ihn mehr zusammendrücken, wenn er bei gleichem Volumen so schwer seyn

Von der Natur dieser ungeheuern Kugel machten sich die ältern Weltweisen ganz den Begriff, welcher durch den ersten sinnlichen Schein geboten wird; die Sonne war ihnen ein Feuer (nach den Vorstellungen der aristotelischen Schule „das reinste Feuer"), und diese Meinung hat sich bis auf Herschel ziemlich allgemein erhalten. Kircher (Jesuit und vielgelesener naturwissenschaftlicher Schriftsteller des siebenzehnten Jahrhunderts, dessen Werk: „Mundus subterraneus" sich besonders ausführlich über diesen Gegenstand verbreitet) glaubte die Sonne als ein „Meer von Feuer und Flammen, etwa wie fließendes und wallendes Kupfer in einem Schmelzofen" beobachtet zu haben; und Wolf in seinen physikalischen Schriften behandelt sogar den Satz, „daß die Sonne ein wirkliches Feuer sey," als einen mathematischen Lehrsatz, und beweist ihn dadurch, daß die Sonnenstrahlen leuchten, wärmen, brennen u. s. w., also alle Kennzeichen eines wirklichen Feuers an sich tragen. Die Sonnenflecken erklärt er dabei ganz entschieden für Sammlungen der aus dem Sonnenfeuer aufsteigenden Dämpfe, und in ähnlicher Weise betrachtet Galilei dieselben als „Schaum auf dem großen Meere seiner, geschmolzener Sonnenmaterie." Gleichwohl hätte schon die Art, wie sich die Sonnenflecken zeigen, und welche vom ersten Entdecker derselben mit bewundernswürdiger Genauigkeit beschrieben war, auf richtigere Vorstellungen leiten können. Dieser Entdecker der Sonnenflecken war bekanntlich der Jesuit Christoph Scheiner, Professor der Mathematik zu Ingolstadt, welcher bei einer Beobachtung der Sonne im März 1611 mittelst des damals kürzlich erfundenen Galilei'schen Fernrohrs die Flecken wahrnahm und die Erscheinung seinem Collegen, dem Pater Cysatus, zeigte. Die wichtige Entdeckung würde auch damals gleich allgemein bekannt geworden seyn, wenn nicht der Ordensprovincial Theodor Busäus die Annahme von „Flecken" auf dem Sonnenkörper, den man, wie schon oben bemerkt, nach den Begriffen der aristotelischen Philosophie, damals für den vollkommensten Körper und das reinste Feuer hielt, für unangemessen erklärt hätte.

Scheiner wurde indeß einige Zeit nachher nach Rom berufen, setzte dort seine Beobachtungen mit außerordentlichem Fleiße fort und sah sich nicht weiter gehindert, sein großes und vortreffliches, noch jetzt geschätztes Werk über die Sonnenflecken: „Rosa Ursina" * etc. 1630. Fol., erscheinen zu lassen. Da in diesem schönen Werke die Axendrehung der Sonne aus der bloß scheinbar nachgewiesenen Eigenbewegung der Flecken abgeleitet ist, und letztere also als etwas auf der Sonnenoberfläche Festes, hinsichtlich der Stellung auf derselben Unveränderliches nachgewiesen werden, so hätten Kircher, Wolf u. A. bei besserer Benützung der Scheiner'schen Arbeit ihre erwähnte Ansicht von der Natur der Sonnenflecken, als seyen dieselben nur ausgestoßene Dämpfe des Sonnengluthmeers, welche denn doch eine eigene Bewegung gehabt haben würden, allerdings leicht berichtigen und sich von der physischen Beschaffenheit des Sonnenkörpers überhaupt bessere Begriffe bilden können. Gleichwohl hat sich die Meinung, die Sonne sey ein Feuermeer, wie gesagt, bis auf Herschel, den Vater, erhalten, und erst den Beobachtungen und dabei angewendeten vervollkommneten Instrumenten dieses unermüdlichen Astronomen verdanken wir unsere jetzige bessere Kenntniß von der Beschaffenheit der Sonne.

Alle Vorgänge, die wir auf der Sonnenscheibe wahrnehmen, sind nun aber nach der Herschel'schen Theorie Phänomene der atmosphärischen Umhüllungen der Sonnenkugel. Der an und für sich dunkle, den Planeten höchst wahrscheinlich sehr ähnliche Sonnenkörper selbst ist nämlich

sollte als Erde. Gleich schwere Kugeln, wie die Erdkugel, ließen sich daher aus der Sonne nur etwa 300,000 machen; dennoch aber übertrifft diese Masse (dieses Gewicht) der Sonnenkugel das Gewicht aller Planetenkugeln des Systems noch über 800mal. Daher die ungeheure Anziehungskraft der Sonne.

* Die „Rosa Ursina" im Titel, weßhalb ich oben hierher verweise, ist weiter nichts als ein Compliment für den Herzog von Bracciano aus dem Hause Ursini, dem das Werk zugeeignet ist, und in dessen Wappen sich eine Rose befindet.

mit einer dreifachen Schicht umgeben, welche sich in seiner allgemeinen Atmosphäre bildet. Diese ist durchsichtig, elastisch, wie unsere planetarische Luft, und im Verhältnisse der Anziehungskraft der Sonne und ihres eigenen Wesens von großer Ausdehnung. Bis auf eine bedeutende Höhe führt sie keine Wolken; ein farbloser, klarer, durchsichtiger, wohl hundert Meilen hoher Raum befindet sich unmittelbar über dem eigentlichen Sonnenkörper, dem Sonnenkern, und bildet die erste Schicht, worauf eine, die zweite Schicht bildende Wolkendecke folgt. Diese Wolken gleichen den planetarischen und lagern gedrängt aneinander. Hierauf erst kommen die leuchtenden Wolken, als dritte, äußerste Schicht. Die Beschaffenheit dieser leuchtenden Wolken ist eine ganz andere, als die der niederen Schichten; sie bilden in ihrer Continuität einen wahren Lichtmantel (eine Photosphäre), und verhüllen uns solchergestalt den Anblick des Sonnenkörpers mit seinen ihn näher umgebenden andern atmosphärischen Schichten. Zuweilen aber trennt sich diese äußerste Sonnenhülle leuchtender Wolken in größern Massen, und durch die entstehenden Risse hindurch wird dann zuerst die unmittelbar darunter liegende Schicht grauerer Wolken* sichtbar, welche Wolkendecke ihrerseits mitunter auch wieder reißt, wodurch der dunkle Sonnenkörper selbst sichtbar wird. Und dergleichen, durch die Risse der Photosphäre hindurch schimmernde grauere Wolkenmassen, oder auch Theile der unmittelbaren Sonnenfläche selbst sind nun das, was wir, im Gegensatze der übrigen, von der Lichthülle nicht entblößten Sonnenscheibe, als Sonnenflecken erblicken; wir sehen dabei gleichsam wie durch einen Trichter oder Schlund in der Lichtsphäre auf den innern Sonnenkörper hinab, und nehmen die sichtbar werdenden, dunkler gefärbten Partien desselben nothwendig als Flecken auf der übrigens mit Lichtstoff belegten Sonnenscheibe wahr.

Aus dieser Darstellung wird nun vollkommen klar, daß die Sonnenflecken, wenn sie einmal entstanden, und für die Zeit ihrer Dauer etwas, der Lage auf der Sonnenkugel nach, Unveränderliches sind, keine eigene wirkliche Bewegung haben, mithin keine Kircher-Wolf'sche Dämpfe seyn können, und daß die scheinbare Bewegung, die wir gleichwohl an ihnen wahrnehmen, lediglich von der Bewegung der Sonne um ihre Axe herrührt, welche wirkliche Bewegung also, wie dieß auch schon Scheiner gethan hat, aus jener scheinbaren abgeleitet werden kann.

In der That braucht jeder Sonnenfleck, wofern er dazu überhaupt lange genug dauert, etwa 27 Tage, um also scheinbar in der Richtung von Morgen gegen Abend über die uns zugewendete Sonnenscheibe wegzurücken, an deren westlichem Rande zu verschwinden, am östlichen wieder hervorzukommen und den Punct auf der Sonnenscheibe wieder zu erreichen, wo er uns zuerst erschienen war, also eine vollkommene Rotation mit der Sonnenkugel zu vollenden. Wäre indessen die Erde, von der aus wir dieß beobachten, unbeweglich in ihrer eigenen Bahn gewesen, so würden jene 27 Tage auch die wahre Rotationszeit der Sonnenkugel ausdrücken; da wir aber in den 27 Tagen auch um beiläufig 27 Grade, und zwar ebenfalls nach der Folge der Zeichen, nach der sich die Sonne wirklich dreht, fortgerückt sind, so hat also die Sonnenkugel mit dem Flecke nicht bloß eine ganze Umdrehung von 360 Graden, sondern auch noch 27 Grad darüber, und mithin in den 27 Tagen zusammen 387 Grade zurückgelegt, woraus man durch bloße Regel-de-tri die Zeit für 360 Grad, d. h. also die wahre Umwälzungszeit der ungeheuern Sonnenkugel um ihre Axe, wenn man will, den Tag der Sonne, beiläufig gleich 25 unserer Tage findet.

Ehe ich nun aber weiter gehe, muß ich denjenigen Lesern, welchen meine frühern Vorträge über diesen Gegenstand nicht mehr gegenwärtig sind, zur vollen Verständlichkeit des Folgenden auch noch in das Gedächtniß zurückrufen, was mit dem

* Ich führe hinsichtlich dieser, die zweite Schicht bildenden Wolkendecke noch an, daß dieselbe nach Herschels Ansicht ganz besonders dazu bestimmt ist, die Sonnenbewohner vor dem großen Lichtreize der darüber lagernden dritten Schicht von Leuchtstoff zu schützen.

obigen Ausdrucke: „wenn der Fleck dazu überhaupt lange genug dauert," eigentlich gesagt seyn soll. — Der Lichtmantel der Sonne, dasjenige, was wir gewöhnlich, und wenn nicht die beschriebenen Risse darin entständen, als Bedeckung ihrer ganzen Oberfläche von ihr gewahr werden würden, besteht, wie angeführt, aus leuchtenden Wolken, durch deren momentane Trennung eben jene Risse entstehen. Schon die Art dieser Rissebildung durch ein Verziehen von Wolken läßt aber vermuthen, daß die entstandenen Oeffnungen sich oft eben so schnell durch ein neues Zusammentreten der Wolken wiederum verschließen; und in der That ereignet sich dieß so oft, daß viele Sonnenflecken (Risse) wieder vergehen, ehe sie mit der Sonnenkugel die ganze, von der Erde aus gesehene Rotation von 27 Tagen* vollendet haben.

Das bis hierher Angeführte bezeichnete also etwa den Stand unserer Kenntnisse von den Sonnenflecken und der aus ihrer Erscheinung unwiderleglich folgenden Axendrehung der Sonnenkugel, als Hencke mit seinen neuen Beobachtungen dieses Phänomens hervortrat. Ich fasse das allgemeinste Resultat dieser Entdeckungen, denen ich, wegen der nachher daraus abzuleitenden Schlüsse auf die Beschaffenheit des Sonnenkerns, große Wichtigkeit beilege, so zusammen: die Erscheinung der Sonnenflecken verräth oft eine gewisse Periodicität; Sonnenflecken, obgleich in ihren Formen Veränderungen vorgegangen seyn können, sind nach einer oder mehreren Rotationen an denselben Stellen der Sonnenoberfläche wieder erkennbar; erloschene (durch Wiederzusammenziehung der Lichtwolken den Blicken einstweilen entzogene) Sonnenflecken erscheinen sogar nach langen Zeiträumen neuerdings genau an derselben Stelle der Sonnenscheibe; ja endlich, dergleichen erloschene Flecken bilden sich in gewissen Perioden sogar ganz in der frühern Gestalt und an der nämlichen Stelle.

Nach dieser allgemeinen Andeutung des Resultats lasse ich über das Detail den Beobachter selbst im Auszuge sprechen: „Am 8ten Juni 1840 gegen Mittag gewahrte ich eine Gruppe von Sonnenflecken, welche ich schon öfter in bildlicher Darstellung oder in der Wirklichkeit gesehen zu haben glaubte, und ich durchsuchte daher die Berliner astronomischen Jahrbücher mit ihren Kupferbeilagen, in deren Jahrgang 1828 ich auch in der That dieselbe Gruppe sogar zweimal, nämlich nach Postorfs Beobachtungen vom 7ten Februar und 5ten März 1825 auffand. Diese Stellung der Flecken hatte sich meinem Gedächtnisse so gut eingeprägt, weil sie nach meinen Notizen am 6ten Februar, 9ten und 10ten März 1825 auch meine Aufmerksamkeit auf sich gezogen hatte. Diese Gruppe bestand aus einem großen, ovalen, schwarzen Fleck in Südwesten, welchem gegen Nordost mehrere kleine Flecken unregelmäßig folgten, worauf zwei mittelmäßig große, längliche, an einander liegende Flecken kamen. Ueber die Identität der wiederholten Erscheinung konnte kein Zweifel übrig bleiben."

„Höchst merkwürdig ist aber ganz gewiß, daß sich nach so langer Zeit (15 1/3 Jahre, nämlich vom Februar 1825 bis Juni 1840) die mittlerweile veränderte oder auch verschwundene Form so genau reproducirte, daß sie unverkennbar war. Wiederholt sich diese Wahrnehmung in der Zukunft, so dürfte ein bedeutender Schritt zur Aufklärung über die physische Beschaffenheit der Sonnenoberfläche geschehen seyn. Wenn Sir John Herschel (Sohn des großen Herschel) in seiner „Astronomie" sagt: „Man behauptet (dieß bedarf aber wohl noch sehr der Bestätigung), verschwundene Flecken seyen nach geraumer Zeit an denselben Stellen der Sonnenscheibe wieder zum Vorschein gekommen," so ist durch meine Beobachtungen nicht nur diesem „Bedürfniß der Bestätigung" Genüge geleistet, sondern (um diese wichtigsten, schon oben hervorgehobenen Umstände nochmals zu wiederholen) überdieß noch dargethan, daß sich erloschen gewesene Flecken (periodisch) nicht

* Es verhält sich, um auch dieß noch zu bevorworten, mit diesem Unterschiede zwischen der, aus der scheinbaren Fleckenbewegung geschlossenen wirklichen und der von der Erde aus beobachteten Dauer der Rotation der Sonnenkugel, wie mit dem allen Lesern bekannten Unterschiede zwischen der Dauer des periodischen und des synodischen Monats.

bloß an der frühern Stelle der Sonnenscheibe, sondern sogar genau in der frühern Form reproduciren."

„Hieraus scheint nun die, ganz besondere Aufmerksamkeit verdienende Folgerung hervorzugehen, daß wenigstens die schwarzen, sogenannten Kernflecken, vielleicht auch ihre Bramen — die weißgrauen oder bräunlichen, jene Kernflecken umgebenden Nebel — entweder für immer oder doch für lange Zeiträume auf dem innern Sonnenkörper feststehende Formen sind, und nur von Zeit zu Zeit durch den, die äußerste Hülle der Sonne bildenden Lichtstoff überflossen und solchergestalt unsern Blicken (periodisch) ganz entzogen oder doch in ihrer Erscheinung verändert werden. Diese Lichtmaterie zeigt sich uns auf manchen unbestimmten Stellen der Sonnenoberfläche, besonders aber in der Nähe der Kernflecken, reichlicher zusammengehäuft, als* sogenannte Sonnenfackeln (faculae solares), wodurch natürlich die Wiederüberziehung der Kernflecken sammt ihren Bramen durch solchen Lichtstoff begünstigt wird. Die Sonne scheint demnach wirklich drei (atmosphärische) Umhüllungen zu besitzen: diese Schichte von Lichtwolken, eine darunter folgende, die „Bramen" bildende Schichte grauerer Wolken, und drittens eine unmittelbar über dem Sonnenkern lagernde Schichte sehr hellen Stoffes" (wie wir es oben nach Herschel angeführt haben).

„Es ist," fährt unser Sonnenbeobachter fort, „gewiß der Mühe werth, das hier Angeführte durch fernere Beobachtungen zu bestätigen; besonders aber dürfte darauf zu merken seyn, ob sich nicht nach abermals 15⅓ Jahren (also zu Anfang Octobers 1855) die erwähnte Fleckengruppe in derselben Form wieder zeigt."

Zugleich aber hat Encke diese Beobachtungen zu derjenigen genauern Bestimmung der Sonnenrotation benutzt, von welcher ich oben gesprochen habe. Die 15⅓ Jahre nämlich, nach deren Verlaufe die betreffende Fleckengruppe sich genau wieder auf der nämlichen Stelle der Sonnenkugel zeigte, und binnen welcher sie also mit dieser eine gewisse Anzahl voller synodischer Rotationen gemacht haben muß, enthalten offenbar diese ihrer Dauer nach zu ermittelnde Anzahl solcher vollen synodischen Rotationen. Nun gibt der französische Astronom Flaugergues die Dauer der synodischen Sonnenrotation, welche wir oben beiläufig auf 27 Tage bestimmt hatten, genauer zu 27,294 Tagen an, und wenn diese Bestimmung ganz genau wäre, so müßte die in den 15⅓ Jahren enthaltene Tagezahl, dividirt durch diese letztere Zahl von 27,294 Tagen, eine ganze Zahl geben. Sehr nahe ist dem auch wirklich so, wodurch wiederum die vortreffliche Uebereinstimmung alles in der fraglichen Sache hier Vorgetragenen augenscheinlich bewiesen wird: 15⅓ Jahre zu 365¼ Tagen geben nämlich 5600 Tage; und diese Zahl, dividirt durch 27,294, bringt 205,1, also nur 0,1 Differenz, welches 0,1 demnach als verursacht durch eine noch übrig gebliebene Ungenauigkeit in der Bestimmung von Flaugergues angesehen werden darf.* Hiernach kommen auf 5600 Tage 205 volle synodische (von der Erde aus gesehene) Rotationen der Sonnenkugel, welches die Dauer Einer solchen synodischen Revolution gleich 27,317 Tagen gibt; und dieses Resultat muß als sehr genau betrachtet werden.

Während dieser Zeit von 27,317 Tagen, als Dauer einer synodischen Son-

* Alles dieß stimmt ganz gut zusammen. Wenn die Sonnenflecken, unsern obigen Erklärungen gemäß, durch das Auseinandertreten der Lichtwolken entstehen, so müssen sich diese Lichtwolken natürlich zunächst um die Flecken herum zusammenthürmen und demnach dort hellere Stellen (Sonnenfackeln) bilden. — Ist die irdische Atmosphäre mit Wolken erfüllt, und reißt diese Wolkendecke an einzelnen Stellen, um einen Einblick in die Himmelsbläue zu gestatten, so zeigen sich rings umher auch Wolkenberge.

* Ich bemerke, daß die genaueste Bestimmung der Dauer der Umwälzung der Sonnenkugel um ihre Axe ihre eigenthümlichen technischen Schwierigkeiten hat. Wahrscheinlich ist die oben gegebene Encke'sche die zuverlässigste, da ein so langer Zeitabschnitt (15⅓ Jahre) vor ihm noch nie dazu in Betracht gezogen worden ist.

nenrotation, hat die Erdkugel in ihrer eigenen Bahn 26,924 Grade, und zwar in der nämlichen Richtung zurückgelegt, so daß vom Sonnenfleck in dieser Zeit über den vollen Umlauf von 360 Graden noch 26,924, und also zusammen 386,924 Grade beschrieben sind, woraus mithin wieder durch bloße Regel-de-tri die Zeit für 360 Grade, oder die wahre siderische Rotation der Sonne sich zu 25 Tagen 9 Stunden 59 Minuten 18 Secunden ergibt, während sich die Erde in Einem Tage (in 24 Stunden) um ihre Are wälzt. — Nun hat der Aequator der Sonne etwa 100mal mehr Umfang, als der der Erde, und wenn sich die Sonne also nur eben so schnell als diese drehen sollte, so müßte sie zu ihrer Rotation 100 Tage anwenden; — sie braucht aber, wie angeführt, nur 25 Tage dazu, nur den vierten Theil der Zeit, und dreht sich also 4mal schneller als die Erde. Auch von diesem Umstande werde ich unten Anwendung machen.

Lassen sich nun aber aus den Henckeschen Beobachtungen über die Neigung der Sonnenflecke, öfters wieder an den nämlichen Stellen der Sonnenoberfläche, und selbst wieder in den nämlichen Formen zu erscheinen, Schlüsse ziehen auf die Beschaffenheit des eigentlichen Sonnenkörpers? — Nach meiner Ansicht sehr wichtige und deshalb doppelt beachtenswerthe, weil sie auch die Beobachtungen und Vermuthungen früherer Astronomen bestätigen, und also die größte Wahrscheinlichkeit für sich haben.

Schon der sorgfältige Himmelstopograph Schröter führt die Beobachtung eines Ringgebirges auf der Sonne an, welchem er nach seinen Messungen eine Höhe von mehr als 200 Meilen beimißt. Es ist wohl natürlich, den Höhen der Berge auf den verschiedenen Weltkörpern ein gewisses, wenigstens annäherndes Verhältniß zu den Halbmessern beizulegen, und da wir auf unserer Erdkugel Berge von der Höhe zwischen 1 und 2 Meilen kennen, so widerstreitet es der Analogie nicht, auf der Sonnenkugel, deren Halbmesser den Halbmesser der Erde mehr als 100mal übertrifft, auch 100mal höhere Berge zu finden. Ueberdieß geht zuverläßig durch unser ganzes System ein gewisser allgemeiner Typus: die Planeten zeigen, so weit unsere Beobachtungen irgend reichen, sämmtlich Berge, und für den Sonnenkern, dessen planetarische Natur aus so vielen, oben nachgewiesenen Umständen folgt, müssen also schon deßhalb Berge angenommen werden.

Dieß vorausgesetzt — und man wird sich der so ziemlich von allen neuern Astronomen gutgeheißenen Ansicht kaum widersetzen können — denke man sich nun diese, hoch in die beschriebenen atmosphärischen Umhüllungen der Sonne hineinragenden Sonnenberge, so scheint es nur in der Natur der Sache selbst zu liegen, daß die Lichtsphäre der Sonne sich nirgends öfter und nirgends lieber in bestimmten, immer wiederkehrenden und ausdauernden Formen trennen werde, als gerade über solchen, vielleicht schon sie selbst erreichenden oder gar in sie hineinstrebenden Berggipfeln. Man könnte dagegen die Größe mancher Sonnenflecken einwenden, von welcher ich mit dem Versprechen, darauf zurückzukommen, vorn gesprochen habe, und welche allerdings oft den Umfang unserer ganzen Erdoberfläche übertrifft.* Allein einmal, was ist hier „Größe"? ist sie hier nicht ein bloß relativer Begriff? — und dann, darf man nicht mit Recht annehmen, daß, wenn das Verziehen der Sonnenlichtwolken durch einen Berggipfel erst einmal eingeleitet ist, der Prozeß sich hernach von selbst fortsetzt? — Die Lichthülle der Sonne, welche wir uns, allen Beobachtungen zu Folge, als eine Decke, freilich aus eigenthümlichem Stoffe gewebter, meistens dicht an einander lagernder Wolken zu denken haben, scheint ohnedieß sehr großen (atmosphärischen) Revolutionen unterworfen zu seyn, und zeigt sich uns, um mich Herschel'scher Ausdrücke zu bedienen, immer mit „Untiefen, Rücken, Nieren und Narben;" eben so schnell aber überfließt die leichte Lichtmaterie die entstandenen Unebenheiten wieder und gleicht sie aus. Die „stehenden Flecke," wie ich das von Hencke beobachtete Phänomen nennen möchte, müssen also nothwendig gleichfalls eine „stehende" Ursache haben; und entsprechende große Unebenheiten

* Man hat in der That oft Sonnenflecken von mehr als 6000 Meilen Durchmesser beobachtet.

(Berge) auf der Sonnenoberfläche, zumal da die Existenz solcher Sonnenberge von den Astronomen ohnedieß anerkannt wird, geben gewiß die beste Erklärung ab.

Daß aber die Sonnenlichtsphäre solchen heftigen atmosphärischen Revolutionen, unter denen wir uns nach Analogie unseres Wolkenhimmels immerhin Winde, Stürme u. s. w. denken mögen, unterworfen sey, lehren direkte Beobachtungen unwiderleglich. Man hat gesehen, daß sich Risse in der Photosphäre binnen einer einzigen Sekunde 60, ja 80 Meilen weit fortsetzten, eine Geschwindigkeit, welche die des Schalles in der irdischen Atmosphäre mehr als 1200mal, und unserer heftigsten Orkane gar an 13000mal übertrifft. Auch scheint dem so seyn zu müssen, da sich die für das ganze System entscheidende, energischere Emission erhitzender Strahlen durch eine solche Thätigkeit in der Sonnenlichtsphäre bedingt zeigt. Herschel sagt ausdrücklich: „Ich bin jetzt geneigt zu glauben, daß die Oeffnungen der Sonne mit großen Untiefen, Rücken, Nieren und Narben (als unzweifelhaftes Resultat größerer atmosphärischer Thätigkeit in der Lichthülle) eine reichlichere Aussendung erhitzender Strahlen, folglich mildere planetarische Witterung erwarten lassen, wogegen Poren, kleine Einschnitte und die Abwesenheit von Rücken, Nieren, großen Oeffnungen und Untiefen, kurz, überhaupt ein ärmliches und unthätiges Ansehen der glänzenden Wolken eine sparsamere Emission von Licht- und Wärmestrahlen und somit strenge Witterung andeuten."

Die Rotation der Sonne, von deren Schnelligkeit, als von einem weiter zu erwähnenden Umstande wir oben gesprochen haben, mag auf diese Revolutionen in der Lichtsphäre auch nicht ohne Einfluß seyn; denn es ist ein höchst merkwürdiger Umstand, daß sich die Region der Flecken, als offenbarer Produkte photosphärischer Thätigkeit der Sonne, nur 30 Grade weit zu jeder Seite des Sonnenäquators erstreckt, wo sich natürlich der, durch die Heftigkeit der Rotation verursachte Schwung gewaltiger äußern kann, als näher an den Polen der Sonnenkugel. Ich habe in den Betrachtungen über den Bremiker'schen Kometen (Nr. 308 ff. d. J. 1840 des „Morgenblattes") auf allgemeine Gründe der Erscheinung hingedeutet, daß die gemeinschaftliche Ebene, in welcher die Planeten unseres Systems den Centralkörper umringen, mit der erweiterten Ebene des Sonnenäquators zusammenfällt, und es wird den Lesern nach den jetzt gegebenen Erläuterungen über die besondere photosphärische Thätigkeit der Sonne gerade in derselben Richtung nicht schwer werden, sich die Frage nach diesen Gründen nun selbst zu beantworten.

Hencke's neue Sonnenbeobachtungen, an deren Mittheilung wir alle diese Betrachtungen anreihen, gewähren also, neben genauerer Bestimmung eines so delikaten Elements, als die eigentliche Zeit der Umwälzung der Sonne um ihre Axe ist, durch Bestätigung der selbst vom jüngern Herschel noch in Zweifel gestellten Periodicität* (wo nicht Ausdauer) bestimmter Gruppen von Sonnenflecken sogar unter eben so bestimmten, wenig oder ganz unveränderlichen Formen, zugleich eine vortreffliche Bestätigung der Ansichten der neuern Astronomie über die Beschaffenheit des eigentlichen Sonnenkörpers oder Sonnenkerns.

Diese ungeheure Sonnenkugel — um das Resultat des Vorgetragenen zu resumiren — aus welcher weit über eine Million Kugeln von gleicher Größe wie unsere Erdkugel gebildet werden könnten, und auf deren Oberfläche sich die Oberfläche der letztern mehr als zehntausendmal ausbreiten ließe, wälzt sich in 25 Tagen zehn Stunden (weniger 42 Secunden) um ihre Axe, wobei ihre Rotationsgeschwindigkeit die der Erdkugel viermal übertrifft. Ihr eigentlicher Körper, ihr Kern, ist von planetarischer Beschaffenheit und ähnelt den Planeten besonders darin, daß seine Oberfläche mit Bergen besetzt ist, deren Höhe in einem an-

* Wenn wir nun hinsichtlich dieser „Periodicität" noch weiter gingen und sogar annähmen, daß die Gipfel der (nicht bloß postulirten) Sonnenberge in entsprechenden Perioden geeigneter wären, durch die Lichtsphäre zu schimmern? Zeigen die irdischen Berge, mutatis mutandis, etwa nicht Aehnliches? Man stecke die Grenzen der Conjectural-Astronomie nicht zu weit, aber auch nicht zu enge.

gemessenen Verhältnisse zur Größe des Sonnenhalbmessers steht und also Hunderte von Meilen beträgt. Diesen festen Sonnenkern umgeben drei atmosphärische Hüllen: eine unmittelbar über ihm lagernde Aetherschicht, eine dann folgende Decke wolkenartiger Gebilde, welche an irdische Wolken erinnern, und endlich eine Lichtsphäre, deren Gewebe sich häufig trennt und dann den Einblick auf dunklere Sonnenpartien gestattet, wodurch diejenige Erscheinung veranlaßt wird, welche wir Sonnenflecken nennen, und deren neuere genaueste Beobachtung durch Hencke nun eben dazu gedient hat, die hier nochmals in eine kurze Uebersicht zusammengedrängten, oben mit allem erforderlichen Detail entwickelten Sätze über die Beschaffenheit des Sonnenballs zur höchsten Wahrscheinlichkeit zu erheben. — Ich freue mich, schließlich hinzufügen zu können, daß unser Sonnenastronom seine Beobachtungen unermüdet fortsetzt und mir solchergestalt vielleicht bald die Freude verschafft, den Lesern weitere Mittheilungen von gleich hohem Interesse über das wichtigste Gestirn unseres Systems vorlegen zu können."

In dieser, also den Gegenstand nochmals resumirenden und mit den neuesten Forschungen bereichernden Zusammenstellung ist vorläufig auch bereits der Einfluß erwähnt, welchen Herschel den Sonnenflecken auf die irdische (oder vielmehr überhaupt planetarische) Temperatur beimißt. Ich habe über diesen Einfluß, welchen besonders unser wackerer Münchener Astronom Gruithuisen beobachtend verfolgt, viel nachgedacht, mich darüber auch schon im Art. Meteorologie nach meiner damaligen Ansicht erklärt, glaube aber jetzt, daß derselbe eigentlich nur unter dem, in der Anmerkung angedeuteten, weiteren Gesichtspuncte betrachtet werden muß, und gehe daher, das Resultat solcher ferneren Beobachtungen abwartend, für den Augenblick nicht speciell darauf ein.

Dieß wird denn etwann das Interessanteste und Wichtigste aus den Kenntnissen seyn, die sich die Astronomie bisher von den Sonnenflecken und der daraus folgenden Naturbeschaffenheit des Sonnenkörpers zu verschaffen gewußt hat. In Verbindung mit dem auf diese letztere bezüglichen, vorangehenden Artikel Sonne dürfte der gegenwärtige Vortrag darüber solchergestalt zur Vollständigkeit nichts Wesentliches vermissen lassen; und da außerdem die historischen und literarischen Notizen schon gelegenheitlich beigebracht sind, so kann ich also die umfangreiche und schwierige Abhandlung hiermit beschließen.

Sonnenbahn,* s. Ekliptik, als welches nur ein anderer Name für denselben Begriff ist.

Sonnencykel, s. Cyklus, S. 218, wo von der Periode dieser Rückkehr der Wochentage in derselben Ordnung auf die nämlichen Monatstage ausführlich die Rede ist.

Sonnenfackeln, s. Sonnenflecken, wo die, diese Flecken als nothwendige Folge begleitende Erscheinung der „Sonnenfackeln" ausführlich beschrieben und erklärt wird.

Sonnenferne; Aphelium; *Aphélie.* Derjenige Punct der elliptischen Planeten- (und Kometen-) Bahnen, in

* In der That hieße es die Grenzen der Sonnenwirkung viel zu enge abstecken, wenn man diesen bestimmten Einfluß auf den einzigen Planeten Erde einschränken wollte. Sind die „Sonnenflecken," wie ich oben nach Herschel behaupte, wirklich Folgen größerer Lebensthätigkeit in der Licht- und Wärme-Sphäre der Sonne, so muß vielmehr das ganze System an einer solchen Aufregung participiren, wobei es aber freilich hinwiederum geschehen könnte, daß ein oder der andere Systemskörper eben seinerseits zugleich eine größere temporaire Empfänglichkeit gegen jene Einflüsse besäße. — Ich gebe diese Bemerkung hier nur als Andeutung; sie kann aber wenigstens dazu dienen, den Blick in das ganze Sonnensystem zu erweitern; und gerade dieß bezwecke ich auch vorzugsweise nur damit.

* Ich wiederhole die Bemerkung, daß ich, um den Vortrag über Sonnenflecke, der natürlichen Ordnung gemäß, gleich auf den Artikel Sonne folgen lassen zu können, die strenge alphabetarische Ordnung augenblicklich unterbrochen habe, und jetzt in dieselbe zurückkehre.

welchem der betreffende Planet am weitesten von der, den einen Brennpunct der Ellipse einnehmenden Sonne, als Centralkörper, entfernt ist. Wir haben diesen Punct bereits im Artikel Apsiden kennen gelernt, welchen gemeinschaftlichen Namen derselbe mit dem Puncte der „Sonnennähe" trägt;* und ich setze voraus, daß sich die Leser der Sache im Allgemeinen aus diesem Artikel erinnern.

Es wird aber danach zuerst sogleich einleuchten, daß die ältere Astronomie, namentlich das Ptolemäische Weltsystem, welches die Planeten, statt um die Sonne, vielmehr sammt der letzteren selbst um die Erde laufen ließ, den Begriff der Sonnenfernen (und Sonnennähen, vergl. den besond. Art.) auch noch gar nicht admittiren konnte, sondern sich dafür nur Erdfernen (und Erdnähen, welche, — s. auch diese Artikel — wir dagegen bloß auf unsern Mond beziehen) dachte. Erst Copernikus sodann setzte sie an die Stelle der letzteren; die eigentliche Anwendung verdanken wir aber dem großen Kepler.

Dieser Astronom machte nämlich die, in Kepler'sche Regeln ausführlich beschriebene Entdeckung, daß, wie ich Eingangs anticipire, alle Planeten elliptische Bahnen um die, den gemeinschaftlichen einen Brennpunct der Ellipsen einnehmende Sonne beschreiben; die große Axe dieser Ellipsen (Apsidenlinie, besonderer Art.) bezeichnet dabei im elliptischen Bahnumfange die „Apsiden," d. h. also die Puncte der „Sonnenferne" und Sonnennähe, nämlich diejenigen Puncte, in denen der Planet die weiteste und geringste Entfernung von der Sonne hat, wogegen das Mittel aus beiden (die mittlere Entfernung; Distantia media; *Distance moyenne*) an den Endpuncten der kleinen Axe eintritt. — Dieß Alles folgt aus der Natur der Ellipse (s. d. A.).

Der Punct der Sonnenferne ist in der Astronomie so außerordentlich wichtig, weil man von demselben den Ort des Planeten in der Bahn (die Anomalie, ebenfalls besond. Art.) zu zählen anfängt (wenigstens war dieß sonst unausnamentlich der Fall, wogegen in der neuesten Zeit die Sonnennähe, das Perihelium angewendet wird, indem die deßhalb oben gleich mit genannten Kometen meistens nur in derselben sichtbar sind). Stellen wir uns hiernach einen Planeten in seiner elliptischen Bahnbewegung um die Sonne vor, so wird der Punct der „Sonnenferne" dabei als der Ausgangspunct betrachtet; die „Anomalie" (der Abstand des Planeten von der Sonnenferne) ist in diesem Puncte also noch = 0, und zwar gilt dieß sowohl von der mittleren, als von der wahren Anomalie,* Bezeichnungen, derentwegen ich freilich auf den Artikel Anomalie selbst verweisen muß, da ich die plangemäße Abrundung doch nicht bis zur Wiederholung von Allem treiben darf. Wir wissen indeß, daß der Unterschied zwischen diesen beiden Anomalien die Gleichung der Bahn heißt, welche demgemäß, und da also beide Anomalien in der „Sonnenferne" (und in der „Sonnennähe") =

* Der Ausdruck „Apsiden", als Bezeichnung der Puncte des größten und kleinsten Abstandes jedes Weltkörpers vom Centralkörper (z. B. auch der Monde vom Hauptplaneten, der Begleitsterne in den Doppelsternsystemen vom Centralsterne u. s. w) ist der Oberbegriff (das „Genus"), von welchem demnach die hier in Rede stehenden „Sonnenfernen" (und „Sonnennähen") nur eine „Species" (den Unterbegriff) abgeben. — Ich bitte, diese erweiternde Erklärung und genauere Bestimmung im betreffenden Artikel Apsiden nachzutragen.

* Die Annahme des Sonnenferne- (oder Sonnennähe-) Punctes zum gemeinschaftlichen Anfangszählpuncte sowohl für die wahre als die mittlere Anomalie ist, wie namentlich noch im Art. Mittlerer Planet gezeigt wird, unerläßlich, da die hierbei besonders beabsichtigte Herleitung jener ersteren aus dieser letzteren die Beziehung auf die Apsidenlinie voraussetzt, und ein Wiederzusammentreffen beider Anomalien in einer der Apsiden nur bei einem solchen gemeinschaftlichen Ausgangsmomente aus der andern eintreten kann.

0 (oder = 180°) werden, hier ebenfalls verschwindet. Es ist uns ferner aus der Kepler'schen Planetentheorie bekannt, daß sich die Geschwindigkeiten der Planeten an den verschiedenen Stellen der Bahn um die Sonne umgekehrt wie die Abstände von der letzteren verhalten (bei größerem Abstande kleiner, bei kleinerem dagegen größer werden), und diese Bedingung soll uns nun zunächst zur Auffindung der Lage des Punctes der „Sonnenferne" für den Planeten Erde verhelfen.

Dieser Planet Erde befindet sich nämlich demgemäß in seiner Bahn offenbar wirklich am weitesten da von der Sonne, wo ihm der Lauf der letzteren am langsamsten (und der Sonnendurchmesser — vergl. Excentricität, S. 402 — also natürlich zugleich am kleinsten) erscheint; und dieß ist jetzt (ich komme gleich auf dieses „jetzt") der Fall, wenn wir gegen Ende Juni die Sonne im 9ten Grade des „Krebses" beobachten (sehen), und die Erde demnach den diametral gegenüber liegenden Bahnpunct, d. i. den 9ten Grad des „Steinbocks" einnimmt. Dergleichen Beobachtungen reichen also zur Bestimmung des Ortes der Sonnenferne für unseren Planeten aus.

Die Himmelsorte der Sonnenfernen in den Bahnen der übrigen Planeten sodann lassen sich vorzüglich nach derjenigen sinnreichen Methode ermitteln, zu welcher Kepler („De stella Martis." cap. XLII.) Anleitung ertheilt, und auf welche ich schon im Art. Apsidenlinie, S. 49, hingedeutet habe. Um den Geist dieser Methode zu fassen, erinnern wir uns wieder aus dem A. Kepler'sche Regeln daran, daß gerade auf die Hälfte der Umlaufszeit eines Planeten um die Sonne, d. h. um den Brennpunct, auch gerade die Hälfte seiner elliptischen Bahnfläche kommt. Nun liegen die, einander diametral entgegenstehenden Apsiden, und zwar von allen Puncten des elliptischen Bahnumfanges sie allein, eben um jene halbe Umlaufszeit aus einander, indem nur die Apsidenlinie (große* Axe) die Bahnfläche mit Bezug auf jenen Brennpunct in zwei gleiche Hälften trennt. Besitzt man also mehrere, in verschiedenen Bahnpuncten gemachte Beobachtungen eines Planeten, so muß man davon zwei aussuchen, welche der doppelten Bedingung genügen, Bahnorte zu bezeichnen, die sich diametral gegenüber (um 180° aus einander) liegen, und in Zeit zugleich um die halbe Dauer der Revolution differiren: dieß sind dann nothwendig die Puncte der „Sonnenferne" und Sonnennähe.*

Vergleicht man aber die auf diese Art ermittelten Bahnpuncte (Himmelsorte) der Sonnenfernen für ältere u. neuere Zeiten, so findet man, daß die Stellen der Sonnenfernen am Himmel nicht unveränderlich fest sind (weßhalb ich eben in Bezug auf den Ausdruck nur

* Die kleine Axe theilt die Ellipsenfläche zwar auch in zwei gleiche Hälften, aber nicht mit Bezug auf den Brenn- (Kraft-) Punct

* Kepler „De stella Martis", S. 208: „Perpende itaque, quod si Planeta, a puncto *apogaei* eundo, dimidium temporis restitutorii insumat, fine hujus temporis, omnino confectis 180 gradibus, sit futurus in puncto *perigaei*." — Und um das Verfahren mit noch andern Worten zu charakterisiren. Lalande, „Astronomie." §. 1279. „Lorsqu'on a plusieurs observations d'une planète, faites en différens points de son *orbite*, il faut chercher celles, qui donnent deux points diamétralement opposés; et si les tems de ces observations diffèrent exactement d'une demi-révolution, on sera sûr, que ces deux observations sont l'une dans *l'aphélie*, et l'autre dans le périhélie. Ainsi en comparant deux à deux un grand nombre d'observations, on ne pourra manquer de tomber sur celles, qui indiqueront la place des apsides (de *l'aphélie*). — Dieser gehende Leser könnten mir freilich einwenden, daß hier heliocentrische Oerter in der Bahn verlangt werden, wogegen die unmittelbare „observation" nur erdsichtige gerade Aufsteigungen und Abweichungen gewährt; allein jene folgen (vergl. heliocentrisch und geocentrisch) aus diesen durch Rechnung.

„für jetzt“ oben hierher verwiesen habe), sondern sich dergestalt verrücken, als wenn die großen Axen der Planetenbahnen einem langsamen Vorwärtsgehen nach der Folge der Zeichen (vergl. d. A.) unterworfen wären. Dieß ist aber auch wirklich der Fall; ich habe die Gründe davon im Art. Perturbationen hinreichend auseinandergesetzt, und verweise über diesen Umstand dorthin.* Hier will ich vervollständigend nur hinzufügen, daß die ältere Astronomie nichts Befriedigendes über dieses schon von ihr wahrgenommene Vorwärtsrücken der „Sonnenfernen“ beizubringen wußte, bis Newton's „Principia“ das Räthsel lösten, daher auch Halley, der uns bekannte Astronom und Zeitgenoß des Britischen Weltweisen, in einem den „Principia“ vorangesetzten Gedichte ausdrücklich sagt:

„Discimus hinc tandem . . . .
Cur remeant nodi, *curque auges*** *progrediuntur.*

Schließlich verweise ich Leser, welche sich durch die gegenwärtigen Auseinandersetzungen über „Sonnenferne“ noch nicht befriediget finden sollten, auf das Weitere darüber beim Lalande „Astronomie.“ 6tes Buch. §. 1279 flgd. „Méthodes pour trouver le lieu de l'Aphélie d'une Planète.“

* Indeß will ich versuchen, in Bezug auf diese „Perturbations“-Wirkung noch durch ein anderweites Gleichniß Licht zu verbreiten. Alle Planeten bewegen sich nämlich nach der Folge der Zeichen, und dasselbe gilt, wie ich oben zeige, zugleich von allen großen Axen, d. h. von allen (den entsprechenden elliptischen) Bahnflächen. Man kann sich aber hierbei jeden einzelnen Planeten als perturbirt durch die sämmtlichen übrigen perturbirenden denken, und seine Masse als verbreitet über die, gleichsam wie eine Scheibe zu betrachtende Fläche seiner Bahn ansehen, wonächst es ganz natürlich scheint, daß die, wie gesagt, in derselben Richtung laufenden Planeten, ihrer Gravitation („Nachschleppung“) gemäß, jene Scheibe in derselben Richtung mit umzudrehen streben.

** „auges“ Apsiden (vergl. d. A.).

Sonnenfinsterniß, s. Finsternisse.

Sonnengleichung bei der cyklischen Rechnung, s. Epakten, S. 322.

Sonnenjahr; Annus solaris; *Année solaire.* Die Zeit, binnen welcher die Sonne mit eigener Bewegung (die ich hier der täglichen allgemeinen entgegensetze) einen Umlauf um den Himmel zu vollenden, nämlich durch alle zwölf, ihre Bahn angebenden Zeichen des Thierkreises zu gehen scheint, oder vielmehr, da diese Sonnenbewegung, wie wir wissen, in der That nur scheinbar ist, die Zeit eines wirklichen vollen Umlaufes der Erde um die Sonne. Dabei kann man sich aber, wie ich in dem Art. Jahr, S. 799 und 800, ausführlich gezeigt habe, auf verschiedene Puncte der Ekliptik, als Ausgangs- und Rückkehr-Puncte der Sonne (Erde), nämlich auf die Nachtgleichen, auf die Apsiden oder auf einen Fixstern beziehen, welchergestalt man das tropische, das anomalistische oder endlich das siderische (das „Sternjahr“) erhält. Jene Puncte der „Nachtgleichen“ und „Apsiden“ sind (vgl. beide Art.) beweglich, daher man auch die von der Rückkehr zu ihnen entnommenen Jahre „bewegliche“ nennen könnte, wogegen das siderische Jahr, welches (die vollkommene Unbeweglichkeit der Fixsterne angenommen)* allein in aller Strenge ein unveränderliches („wahres“) ist, sodann das „feste“** Jahr heißen müßte. Von diesen mehreren Arten von Jahren wird nur im engeren Sinne das tropische Jahr, die Rück-

* Mit welchem Rechte man dieß bei dem erst in sehr langen Zeiträumen bemerkbaren Einflusse der Eigenbewegung der Fixsterne darf, darüber findet sich in diesem letzteren Artikel passim hinreichende Aufklärung.

** In einem ähnlichen Sinne braucht der verewigte Berliner Hof-Astronom Ideler („Lehrbuch d. Chronologie.“ Berlin. 1831. gr. 8. S. 66 u. 68) beide Ausdrücke in chronologischer Bedeutung; und da ich dieß im Art. Jahr übergangen habe, so bringe ich die Bemerkung hier nachträglich bei.

kehr der Sonne zum (Frühlings-) Nachtgleichenpuncte, wie es unserer Kalender- (vergl. d. A.) Einrichtung zu Grunde liegt, also das erstere der beiden „beweglichen" Jahre, als eigentliches Sonnenjahr bezeichnet, und man setzt demselben jenes „feste" Sternenjahr entgegen. Die genaue Dauer eines solchen eigentlichen (eines „tropischen")

Sonnenjahres ist . . .	365	Tage	5	St.	48′	47″	= 365,24222 Tage,
dagegen des Sternenjahres	365	—	6	—	9′	10″	= 365,26637 —
so daß der Unterschied . .	„	—	„	—	20′	23″	= 0,02415 —

beträgt.*

Auf diese numerische Angabe und die nochmalige Einschärfung der rechten Bedeutung von „Sonnenjahr" im engeren Sinne, dem Sternjahre gegenüber, beschränke ich mich denn aber auch hier, da sich zugleich alles übrige, den Gegenstand betreffende Detail im citirten Collectiv-Artikel Jahr, wohin es bereits gehörte, vorfindet.

Sonnenmonat, s. Monat, S. 141, wo näher nachgewiesen wird, daß man darunter den 12ten Theil eines Sonnen- (eines gemeinen) Jahres, also einen Zeitraum von etwas über 30 vollen Tagen versteht.

Sonnennähe; Perihelium; *Périhélie.* Derjenige Punct der (elliptischen) Bahn eines Planeten oder Kometen, um die, den Central- (Brenn- oder Kraft-) Punct der Bahn einnehmende Sonne, in welcher der Planet (Komet) letzterer am nächsten kommt. Die große Axe der elliptischen Planeten- (und Kometen-) Bahnen geht nach Kepler's Entdeckung (Kepler's Regeln, S. 904) durch die, wie gesagt, im Brennpuncte befindliche Sonne, und bezeichnet im Bahnumfange selbst die beiden Puncte der Apsiden (s. auch diesen Art.), von denen der eine also den Punct der „Sonnennähe" abgibt. Dieser Punct der Sonnennähe liegt demgemäß der Sonnenferne (welchen besondern Vortrag ich ja zu vergleichen bitte) diametral gegenüber, so daß die Anomalien, wofern man dieselben von der Sonnenferne zu zählen anfangt, in diesem Puncte der Sonnennähe = 180° = 6 Zeichen werden. Und da ferner, wieder nach Kepler's Regeln, S. 908, diejenigen beiden Bahnhälften, in welche die große Axe die Fläche der Ellipse zertrennt, in gleichen Zeiten durchlaufen werden, so ist im Puncte der „Sonnennähe" die wahre Anomalie der mittleren gleich, daher die Mittelpunctsgleichung (die Gleichung der Bahn, eigener Art.) allhier verschwindet. Der Lauf des Planeten (Kometen) fällt aber in diesem Puncte am schnellsten (die Bewegung des Gestirns am größten) aus, eben weil hier der Abstand von der, jene Bewegung durch ihre Centralkraft bewirkenden Sonne der kleinste ist.

Die Erde in ihrer (wirklichen) Bahn erreicht die Sonnennähe (welche sich in dem 9ten Grade des Krebses findet), wenn die Sonne dagegen in dem (letzterem Puncte gerade gegenüber liegenden) 9ten Grade des Steinbocks beobachtet (gesehen) wird; dieß geschieht jetzt (über welches „jetzt" ich mich im Art. Sonnenferne ausführlich erklärt habe) zu Ende des Jahres oder Monates December; und die Sonne scheint dann am schnellsten fortzurücken und zeigt uns ihre Scheibe aus dieser größten Nähe, auch unter dem größten Durchmesser.

Die Sonnennähen der übrigen Planeten stehen, der Natur der Ellipse gemäß, nicht weniger allezeit ihren Sonnenfernen diametral gegenüber (liegen 180° eines mit der großen Axe der Ellipse um letztere beschriebenen Kreises von

* Nach Hansen's (jetzigen Directors der Sternwarte Seeberg bei Gotha) neuester „Allgemeine Uebersicht des Sonnensystems" in Schumacher's „Jahrbuch für 1837." — Die Leser werden freilich bei Vergleichung mit den Angaben in den Artikeln Jahr, Revolution u. s. w. einen, von mir auch schon mehrfach hervorgehobenen Unterschied einiger Secunden finden, welcher indeß, wie gesagt, in einer noch Statt findenden Ungewißheit vollkommen scharfer Ermittlung seinen Grund hat.

ihnen ab), worauf sich das in diesem Artikel erklärte Verfahren zur Ermittlung ihres Bahn- (Himmels-) Ortes gründet, dessentwegen ich also dorthin verweisen kann.

Die Kometen sind uns nur in demjenigen Theile ihrer Bahnen sichtbar, welcher in die Nachbarschaft ihrer Sonnennähen fällt.* Deßhalb werden bei der Berechnung des Kometenlaufes die Anomalien nur vom Perihelium an gezählt (ich habe in Sonnenferne darauf aufmerksam gemacht, daß man jetzt auch für die Planeten in dieser Art verfährt); und der heliocentrische Bahnort des Perihelions einer Kometenbahn gibt also eines der wichtigsten Elemente (vergl. d. Art. S. 302) dieser Bahn ab.

Sonnen-Parallaxe, s. Parallaxe, S. 258 flgd.

Sonnenstunde, s. Sonnenzeit.

Sonnensystem; Systema solare; *Système solaire.* Eine Sonne, zunächst die unsrige, mit allen um sie laufenden Weltkörpern: den Hauptplaneten sammt den zu ihnen gehörigen und von ihnen mit fortgeführten Nebenplaneten (Monden) und Kometen, macht ein „Sonnensystem" aus. Ich habe im Artikel Fixsterne passim nachgewiesen, daß ein großer Theil dieser Gestirne höchst wahrscheinlich Sonnen wie die unsrige sind, welche eine ähnliche Planetenumgebung haben, und also mit dieser Umgebung auch ähnliche „Sonnensysteme" bilden, indeß andere Fixsterne (Doppelsterne) sich dagegen als Centralsonnen nur von Sonnen untergeordneter Beschaffenheit umringt finden. Daraus würde eine Verschiedenheit der „Sonnensysteme" der Constitution nach folgen; wir wollen aber für diese letztere Art lieber den schon früher gewählten Namen der Doppelsternsysteme beibehalten, und den Ausdruck „Sonnensysteme" nur auf jene erstere Kategorie beschränken. In dieselbe gehört also, und zwar für uns vorzugsweise, jenes unser Sonnensystem. Da dasselbe aber in der älteren Astronomie, welche die Fixsterne unter dem heutigen Gesichtspuncte noch nicht kennen gelernt hatte, gleichsam die Welt abgab, so ist es daher gekommen, daß man ihm per excellentiam den Namen des „Weltsystems" beigelegt hat, unter welchem wir dasselbe, wie sehr uneigentlich dieser Name auch auf ein Stäubchen in der Allheit der Unendlichkeit paßt, jener Gewohnheit gemäß, auch ausführlicher betrachten werden.

Sonnentafeln, s. d. Art. Sonne, gegen den Schluß, wo die neuesten, den scheinbaren Lauf der Sonne am Himmel berechnenden „Sonnentafeln" namhaft gemacht werden.

Sonnentag, s. Sonnenzeit.

Sonnenuhr, s. Gnomonik, in welcher „Lehre von den Sonnenuhren" der Gegenstand unter unserem astronomischen Gesichtspuncte mit hinreichender Ausführlichkeit behandelt wird.

Sonnenweite, s. Band I. S. 554, wo wir den Abstand der Sonne von der Erde („Sonnenweite") als Maß der Entfernung der Fixsterne angewendet haben.

Sonnenwenden, Sonnenstände, Sonnenstillstandspuncte, Solstitialpuncte; Puncta solstitiarum; *Points solstitiaux.* So heißen diejenigen beiden Puncte des, den Aequator bekanntlich unter einem Winkel von (s. Schiefe der Ekliptik) etwann $23\frac{1}{2}^{\circ}$ schneidenden größten Kreises der Ekliptik (Sonnenbahn), welche nördlich und südlich am weitesten von jenem größten Kreise des Aequators abstehen (dergestalt, daß dieser Abstand also

* Wenigstens gilt dieß von den Kometenbahnen mit größerer Excentricität, wie uns (vergl. d. Art. passim) die bisherigen Beobachtungen nur dergleichen kennen gelehrt haben, welches jedoch die Möglichkeit der späteren Entdeckung eines solchen Gestirns von hinreichend kurzer großen Bahnaxe, um bis in seine Sonnenferne verfolgt zu werden, nicht ausschließt. — Ich erinnere aber auf diese Veranlassung aus jenem Artikel daran, daß die Kometenbahnen, wie ich oben sage, in der Wirklichkeit nicht weniger sämmtlich Ellipsen sind, und daß die gewöhnlich dafür angenommene „Parabel" nur eine Rechnungs-Erleichterung abgibt.

die — vgl. unten — „Schiefe der Ekliptik“ angibt). Nach den Sätzen der Sphärik sind dergleichen, den weitesten Abstand zweier größten Kreise von einander bezeichnende Puncte von den Durchschnittspuncten dieser Kreise um 90° entfernt und stehen einander diametral gegenüber; und daher sind also auch die Sonnenwenden (Solstitialpuncte) 90° = 3 Zeichen von den, jene Durchschnitte abgebenden Nachtgleichen entfernt,* und stehen in der Ekliptik 180° von einander selbst ab.

Wenn die Sonne bei ihrem scheinbaren Jahreslaufe durch die Ekliptik** einen dieser Puncte erreicht, und also vom Aequator nördlich oder südlich am weitesten entfernt ist, so kommt sie dem Nord- oder Südpole der Erdkugel am nächsten, und schafft damit den respective Nord- oder Südländern ihren längsten Tag und ihre kürzeste Nacht. Von da wendet sie sich (scheinbar***) wieder zu dem Aequator zurück, aus welcher „Umwendung“ des Laufes der Name der Sonnenwenden (gleichwie der bezüglichen Wendekreise, Tropici, s. d. A. und gleich hinten) gekommen ist. Da die am meisten auseinanderliegenden Bögen zweier größten, sich in solcher Art wie hier Aequator und Ekliptik schneidenden Kreise fast parallel sind, so ändert sich an den Stellen der Sonnenwenden der Abstand der (in der Ekliptik fortrückenden) Sonne vom Aequator nicht merklich; sie scheint (indem sie demgemäß sodann mehrere Tage hinter einander eine ziemlich gleiche Mittagshöhe behauptet) gleichsam „still zu stehen;“ und dieser Umstand hat die Veranlassung zu dem, den Sonnenwenden beigelegten zweiten Namen der „Sonnenstände“ oder „Sonnenstillstandspuncte“ gegeben. Die (eben erwähnten) durch diese „Sonnenstillstandspuncte“ mit dem Aequator parallel gehenden, die Ekliptik berührenden beiden kleineren Kreise heißen, wie gesagt, und aus den angeführten Gründen die Wendekreise; und es wird von ihnen in diesem besondern Artikel ausführlicher die Rede seyn.

Diejenige Sonnenwende, welche dem Nordpole der Erdkugel am nächsten liegt und von der Sonne um* den 21. Juni erreicht wird, heißt der Sommerpunct (besonderer Art.), die Sommersonnenwende oder der erste Punct des Krebses (0° ♋); die andere, dem Südpole nächste, und zu welcher die Sonne um den 21sten December gelangt, der Winterpunct (ebenfalls eigener Artikel), die Wintersonnenwende oder der erste Punct des Steinbocks (0° ♑).

Sonnenwende, nämlich Zeit der Sonnenwende; Solstitium; *Solstice*. „Sonnenwende“ ist eigentlich der Augenblick, in welchem der Mittelpunct der Sonne beim scheinbaren Jahresumlaufe dieses Gestirns um die Erde den größten Abstand vom Aequator (die größte Abweichung, s. d. Art.) erlangt, also

* Dieß heißt, wie ich anticipirend bevorworten muß, die Sommersonnenwende steht vom Frühlings-Aequinoctium 90° und die Wintersonnenwende eben so weit vom Herbst-Aequinoctium ab, woraus aber (vergl. hinten) eben sogleich folgt, daß der Abstand der letzteren vom ersteren 90° + 180° = 270° beträgt.

** Die Vergleichung dieses Artikels Ekliptik, wo Anleitung zur Versinnlichung des ganzen Vorganges bei Beziehung auf den wirklichen Umlauf der Erde um die Sonne ertheilt wird, kann hier sehr nützlich werden. Dagegen dient für die im Texte gewählte Ansicht die Betrachtung eines solchen Globus, auf welchem die Ekliptik mit verzeichnet ist, zur Unterstützung der Einbildungskraft.

*** „Scheinbar,“ weil nämlich, wie wir wissen, jene Sonnenbewegung um die Erde überhaupt nur eine, dagegen durch die wirkliche Bewegung der Erde um die Sonne mit bestimmter unveränderlicher Axenrichtung veranlaßte Erscheinung ist, welches sich eben im deßwegen citirten Art. Ekliptik so anschaulich gemacht findet.

* „Um,“ weil sich nach der Einrichtung unseres Kalenders (vergl. d. A. S. 812) mit seinen Schalttagen die Nachtgleiche und also auch das Solstitium um mehr als einen Tag verschieben kann, ehe die Ausgleichung durch die Unterdrückung eines Säcular-Schalttages eintritt.

in einen Solstitialpunct tritt. Zwar verläßt die (im ununterbrochenen Laufe durch die Ekliptik begriffene) Sonne jenen Punct auch in demselben Augenblicke schon wieder; da ihre Bewegung aber langsam ist, und da sich ihr Abstand vom Aequator (vergl. den unmittelbar vorangehenden Art.) um diese Zeit einige Tage lang kaum merklich ändert, so kann man annehmen, sie behalte den ganzen betreffenden (jenen Augenblick enthaltenden) Tag über, dieselbe Abweichung; — und solchergestalt wird denn derselbe der Tag der Sonnenwende (dies solstitii; *Jour du solstice*).

Unter dieser Voraussetzung fällt der Tagkreis der Sonne an diesem Tage mit demjenigen Wendekreise (vergl. d. A.), dem nördlichen oder südlichen, zusammen, welchen sie eben erreicht hat; sie tritt aber jährlich in den Wendekreis des Krebses um (der vorhergehende Artikel erklärt sich über dieses „um") den 21sten Juni, und in den Wendekreis des Steinbocks um den 21sten December, und dieß sind also die Tage der Sonnenwenden.*

Die Horizonte der Nordländer schneiden sich mit den Tagkreisen der Sonne dergestalt, daß der Wendekreis des Krebses (als eben nachgewiesener solcher Tagkreis) seinen größten Theil über und den kleinsten dagegen unter diesen Horizonten hat,** wogegen der Wendekreis des Steinbocks unter allen übrigen Tagkreisen der Sonne mit dem kleinsten Theile über diese Horizonte hervorragt und den größten Theil unter sie verbirgt. Daher haben die Nordländer zur Zeit der Sonnenwende um den 21sten Juni den längsten Tag und die kürzeste Nacht, und um den 21sten December den kürzesten Tag und die längste Nacht, wogegen für die Südländer natürlich gerade der umgekehrte Fall eintritt.

Weil in unsern Ländern mit dem Eintritte der Sonne in den Krebs der Sommer, und mit dem Eintritte in den Steinbock der Winter anfängt, so hat daher unser längster Tag, der 21ste Juni, den Namen der Sommersonnenwende (Solstitium aestivum; *Solstice d'été*), der kürzeste, der 21ste December, den der Wintersonnenwende (Solstitium hibernum; *Solstice d'hiver*) erhalten. Mit Bezug auf die südliche Halbkugel der Erde sollte dieß freilich eigentlich auch gerade umgekehrt seyn; indeß ist jene Benennung des 21sten Juni als „Sommer-" und des 21sten December als „Wintersonnenwende" nun einmal allgemeiner Gebrauch geworden, so daß auch wir dieselbe ohne Einschränkung beibehalten werden.

Um den Eingangs erwähnten, genauen Augenblick des Solstitiums zu haben, vergleicht man die culminirende Sonne mehrere Tage vor und nach dem 21sten Juni oder 21sten December mit einem Fixsterne von bekannter Länge (Fundamentalsterne, s. d. A.), wodurch man also ihre eigene Länge für die betreffenden Mittage, und somit auch die Veränderung in Länge von einem Mittage zum andern erhält, und leitet daraus sodann durch eine einfache Proportion die Zeit ab, zu welcher diese Länge (und die ihr in diesen Puncten gleiche Rectascension) eben 90°, oder (vergl. vorn) 270° betragen hat. Wäre

* Zur auseinmaligen Uebersicht bemerke ich, daß die Sonne (bei ihrer scheinbaren) Jahresbewegung) am 21sten März den Ausgangspunct der Frühlingsnachtgleiche verläßt und dem Sommersolstitium zueilt, welches sie also am 21sten Juni erreicht, wonächst sie am 23sten September in die Herbstnachtgleiche und den 21sten December in das Wintersolstitium tritt, und nun wieder zur Frühlingsnachtgleiche zurückkehrt, um einen neuen nämlichen Umlauf zu beginnen.

** Wenn man sich zur Versinnlichung einen Erdglobus, vorausgesetzt, daß die Ekliptik mit darauf verzeichnet sey, vornimmt und sich die Kugel als Scheibe projicirt denkt, auf welcher demnach die Kreise der Kugel zu geraden Linien werden, welche von den, sodann nicht weniger als gerade Linien erscheinenden Horizonten der Nordländer schief durchschnitten sind, so wird diese ungleiche Theilung der Tagkreise durch letztern sogleich anschaulich. Man kann sich in dieser Art auch durch unmittelbare Zeichnung helfen, welche ich den Lesern anheim gebe.

z. B., wie ich bloß der Verdeutlichung wegen annehme, die Sonnenlänge in dieser Art am Mittage des 20sten Juni 89° und am Mittage des 22sten Juni 91° gefunden worden, so müßte man setzen:

2° (91—89) Längenveränderung : 48 Stunden (20—22. Juni) = 1° (90—89) : 24 Stunden,*

woraus also folgen würde, daß das Solstitium gerade zu Mittage des 21sten Juni eingetreten gewesen sey (daß die Sonne gerade im Mittagsmomente des 21sten Juni den [89 + 1 =] 90sten Grad der Länge oder der derselben hier gleichen geraden Aufsteigung erreicht gehabt hätte).

Allein noch bedeutender ist die Beobachtung des Solstitiums in Bezug auf die zugleich Statt habende Declination, indem letztere dann, wie deßwegen oben hierher verwiesen ist, das Maß der Schiefe der Ekliptik, als eine der wichtigsten astronomischen Bestimmungen, gewährt. Zu dieser Ermittlung habe ich jedoch in dem letzteren Artikel ausführliche Anleitung ertheilt, und begnüge mich daher, in diesem Bezuge schließlich dorthin zu verweisen.

Sonnenzeit; Tempus solare; *Temps solaire* (oder „Temps mesuré par la révolution apparente du Soleil"). Die nach dem scheinbaren täglichen Umlaufe der Sonne um die Erde (nach ihrem, oder genauer ihres Mittelpunctes Wiedereintreffen im Meridian von einem Tage zum folgenden) abgemessene Zeitdauer mit ihren Eintheilungen führt den Namen der „Sonnenzeit." Solche Zeit, unter Mitberücksichtigung der gleich folgenden genaueren Bestimmung, ist auch gemeint, wenn von Zeit überhaupt ohne weiteren Beisatz die Rede ist. Man muß nämlich hierbei wahre „Sonnenzeit" (Tempus solare verum; *Temps vrai*) von mittlerer „Sonnenzeit"** (Tempus solare medium; *Temps moyen*) sorgfältig unterscheiden.

Der Zeitraum von jedem Mittage (Durchgange des Mittelpunctes der Sonne durch den Mittagskreis, Culminations-Momente) bis zum folgenden, erstlich, heißt ein wahrer Sonnentag (Jour de temps vrai), und man theilt jeden solchen Tag (wenn er auch — vergl. unten — von einem andern „Sonnentage" in der Dauer etwas abweicht, doch dergestalt als wäre dieser Tag allen andern „Sonnentagen" vollkommen gleich) in 24 gleiche Theile, welche danach durchgängig wahre Sonnenstunden* (Heures de temps vrai) heißen, und wieder in ihre Minuten, Secunden u. s. w. zerfallen.

Das eigentliche, seiner Natur nach (wenigstens wenn von aller Möglichkeit den Einfluß einer Eigenbewegung zu bemerken abgesehen wird) vollkommen unveränderliche Zeitmaß ist der Sterntag (vergl. d. A.); die Zeit zwischen zwei successiven Culminationsmomenten eines, wie gesagt, am Himmel außer dieser Tagesbewegung absolut unbeweglich angenommenen, selbigen Fixsterns. Behauptete die Sonne ihren Platz unter den Fixsternen, bliebe sie immer bei einem und dem nämlichen solchen Sterne stehen, so würden die Sonnentage also auch zugleich Sterntage und von gleicher (unveränderlicher) Länge seyn. Allein die Sonne rückt vielmehr mit ihrer Jahresbewegung in der Ekliptik fort und kommt dadurch an Einem Tage durchschnittlich (wie ich nicht ohne Absicht vorläufig sage) etwann 1 Grad weiter östlich vom vorigen Sterne. Wenn also dieser Fixstern schon wieder

* Die dabei vorausgesetzte Gleichförmigkeit der Sonnenbewegung darf für die wenigen Tage, namentlich in diesen Stellen der Bahn, ohne weiteres zugegeben werden.

** „Wahre Sonnenzeit" ist, wie ich, um den Begriff der Leser gleich zu fixiren, hier nochmals wiederholen darf, diejenige, welche der, der wahren Sonne bei ihrem Tageslaufe folgende Schatten des Weisers der Sonnenuhren zeigt, und wovon sich die „mittlere," auf eine fingirte mittlere Sonne bezügliche, durch unsere Pendel- oder Taschenuhren angegebene „Zeit" im wahren Mittage um denjenigen Betrag unterscheidet, welchen ich in der dafür berechneten Tafel des Artikels Gleichung der Zeit, S. 658, nachgewiesen habe.

* Es ist deßhalb auch in „Sonnenstunde" und „Sonnentag" hierher verwiesen.

in den Meridian tritt und der Sterntag damit vorüber ist, so steht die Sonne beiläufig noch um jenen 1° morgenwärts vom Meridian ab, und braucht daher (weil bei der scheinbaren Tagesbewegung von Morgen nach Abend 15° Bogen auf 1 Stunde Zeit kommen) auch noch etwann 4 Minuten Zeit, ehe auch sie wieder culminirt; — und die „Sonnentage müssen also „durchschnittlich" 4 Minuten länger als die Sterntage seyn.

Nun finden sich aber diese Sonnentage, wie ich gleich angedeutet und mich dieserwegen anticipirend des Ausdruckes „durchschnittlich" bedient habe, selbst nicht von gleicher Länge untereinander, indem zunächst das erwähnte Fortrücken der Sonne in der Ekliptik nicht jeden Tag gleich viel beträgt. Die Ungleichheit der wahren Sonnentage hat aber (vgl. Gleichung der Zeit, besonders S. 659) außerdem noch eine zweite, und also eine doppelte Ursache. Erstens nämlich ist, wie gesagt, der Lauf der Sonne in der Ekliptik selbst ungleichförmig: sie rückt, welchen Umstand ich erst noch im kurz vorhergehenden, sie betreffenden Artikel näher detaillirt habe, im Sommer täglich nur 57′, im Winter dagegen 61′ fort. Zweitens aber erfolgt dieses Fortrücken nicht im Aequator, von welchem sich in gleichen Zeiten auch gleiche Bögen durch den Meridian schieben, sondern bevorworteter maßen in der schief gegen jenen Kreis gelegenen Ekliptik, deren Richtung im Mittagkreise nur selten eben so genau ostwärts geht, daher hieraus jene zweite Ursache der Verschiedenheit der wahren Sonnentage unter einander erwächst, indem der betreffende Bogen der Ekliptik erst auf den Aequator reducirt werden muß, wobei die jedesmalige Lage beider Kreise gegen einander in Betracht kommt.

Man sieht hieraus, daß die wahren Sonnentage (successiven Rückkehren der Sonne in den Meridian) um die Zeit der Wintersonnenwende am längsten seyn müssen, indem die Sonne dann nicht nur den angegebenen größten Bogen (ostwärts) in ihrer Jahresbahn (Ekliptik) beschreibt, und also um so viel mehr Zeit gebraucht, ehe sie bei der Tagesbewegung den Meridian wieder erreicht, sondern weil das Fortrücken in der Ekliptik zu dieser Zeit auch fast parallel mit dem Aequator erfolgt, daher die erwähnte Reduction auf den letzteren zugleich den größten Werth gewährt.* Unter diesem Gesichtspuncte kann man also mit Recht sagen, daß die Tage (nämlich die von einem Mittage zum andern gerechneten ganzen Zeiten; nicht das bloße Verweilen über dem Horizonte) in unserem (der nördlichen Halbkugel) Winter länger sind, als in unserem Sommer und um die Nachtgleichen.

Mit der Länge dieser ganzen „wahren Sonnentage" ändert sich natürlich zugleich die Länge der Stunden, Minuten u. s. w. der wahren Sonnenzeit, und es können also, wie ich deßwegen gleich Eingangs hervorgehoben habe, unsere (Pendel- oder Taschen-) Uhren, als mechanische Werkzeuge von gleichförmigem Gange, diese allaugenblickliche Veränderung, welcher angeführtermaßen nur der Schatten des Weisers der Sonnenuhren** folgt, nicht angeben.

* Ich bitte die Leser, zur Versinnlichung einen gewöhnlichen Globus, auf welchem die Ekliptik mit verzeichnet zu seyn pflegt, vorzunehmen, und einen Bogen der letzteren in ihrem weitesten Abstande vom Aequator (in der „Sonnenwende") durch zwei Meridiane auf den letzteren zu bringen, so werden Sie sogleich sehen, wie viel größer der zwischen diesen Meridianen enthaltene Aequatorsbogen als der entsprechende Bogen der Ekliptik ist. Dieß gilt zwar, könnte man mir einwenden, nicht weniger für die Sommersonnenwende; allein im Sommer beträgt, wie ich oben nachweise, das alltägliche Fortrücken der Sonne in der Jahresbahn (61 — 57 =) 4 volle Minuten weniger, um welche demnach der auf den Aequator zu reducirende Bogen der Ekliptik kleiner ist. — Genauer findet sich dieß Alles auseinandergesetzt in dem schon citirten Artikel Gleichung der Zeit, besonders wieder S. 659, und auf welchen ich freilich, wenigstens zur Vervollständigung verweisen muß, wenn ich hier nicht zu weitläuftig werden soll.

** Um so mehr Aufmerksamkeit verdient also die Erfindung von Sonnenuhren,

Um nun aber mit Beziehung auf den wahren Sonnenlauf dennoch ein gleichförmiges Zeitmaß darzuſtellen, hat man aus der ungleichen, bald längeren, bald kürzeren Dauer jener wahren Sonnentage, zweitens eine mittlere, eine durchſchnittliche Größe genommen, und dieſelbe den mittleren Sonnentag (Jour de temps moyen) genannt. Dieſe immer gleiche Zeitdauer, getheilt in 24 Stunden, die Stunde in 60 Minuten u. ſ. w., gibt Stunden, Minuten, Secunden der mittleren Sonnenzeit. Man ſtellt ſich hierbei eine, nicht weniger täglich in den Meridian tretende, erdichtete Sonne vor, welche man mit der wahren Sonne zugleich vom Frühlingspuncte (dem uns als ſolchen bekannten Anfangszählpuncte der Geſtirnsbewegung), und zwar dergeſtalt ausgehen läßt, daß, gleichwie letztere die Ekliptik mit ungleichförmiger, die erſtere dagegen den Aequator mit gleichförmiger Bewegung, aber in derſelben Zeit (Jahresfriſt) durchlauft, dem zu Folge beide nach Ablaufe des tropiſchen (auf den Frühlingspunct bezogenen) Jahres wieder in jenem Ausgangspuncte zuſammentreffen.* Die Dauer dieſes „tropiſchen“ Sonnenjahres iſt aber (vergl. d. A.) 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 45 Secunden 30 Tertien; und wenn alſo die erdichtete (die mittlere, die „Aequa-

welche neben jener wahren zugleich die mittlere Zeit angeben. Die Beſchreibung einer ſolchen Sonnenuhr findet ſich aber in unſeres Leipziger Aſtronomen Jahn „Wöchentliche aſtronomiſche Unterhaltungen,“ Nr. 15, auf welche inſtructive Zeitſchrift ich die Aufmerkſamkeit der Leſer bei dieſer Veranlaſſung zugleich überhaupt richten will.

* Im Artikel Gleichung der Zeit, S. 656, haben wir mit andern Schriftſtellern vielmehr zwei fingirte Sonnen: nämlich neben der, in der Ekliptik ungleichförmig fortrückenden wahren eine dieſe letztere (die Ekliptik) eben ſo gleichförmig, als die obige den Aequator durchlaufende Sonne poſtulirt, und ſie beide mit der wahren (alſo zuſammen 3 Sonnen) gleichzeitig vom Frühlingspuncte ausgehen laſſen. Die (demnach mittlere) Länge jener in der Ekliptik gleichförmig fortrückenden (mittleren) Sonne iſt hierbei natürlich ſtets eben ſo groß, als die (mittlere) gerade Aufſteigung unſerer, nicht weniger gleichförmig bewegten Aequatorsſonne, welches mittelſt dieſer Fiction ebenfalls erhellt; die zweite Sonne hebt dann die durch die ungleiche Bewegung der wahren entſtehenden, und die dritte diejenige Ungleichheit auf, die aus der Neigung der Ekliptik gegen den Aequator erwächst. Nun können aber die wahre und mittlere Sonne (wie wir aus Gleichung der Bahn wiſſen) anders als in den Apſiden nie zuſammentreffen; damit alſo die obige Annahme ihres gleichzeitigen Ausganges vom Frühlingspuncte zuläßig würde, ſo müßte man auch das Zuſammenfallen dieſes Punctes mit dem einen oder dem andern Apogäum zugeben; — und dieß iſt es denn eben, was Lalande mit der, im citirten Art. Gleichung der Zeit, S. 654, angeführten Stelle, „Aſtronomie.“ §. 965. ſagen will: „Pour combiner ensemble ces *deux* (nämlich die im Texte und auch eben angeführten) causes qui rendent inégaux les retours du Soleil au méridien, concevons un *Soleil moyen* et *uniforme* qui tourne dans *l'équateur* de manière a faire chaque jour 59′ 8″ (mittlere tägliche Bewegung der Sonne) et les 360° en même temps que le *Soleil vrai* par son mouvement propre, c. a. d. dans l'espace d'un an (tropique), et qui parte de l'équinoxe du printemps au moment où la longitude *moyenne* du Soleil est zéro; toutes les fois que ce Soleil moyen, tournant dans *l'équateur* arrivera au méridien, nous dirons qu'il est *midi moyen*. Ce mouvement moyen auroit pour époque primitive, le temps où l'apogée du Soleil étant d'accord avec le point équinoxial, le *Soleil vrai s'y est trouvé en même temps que les deux Soleils fictifs*.“ — Wie aber die Sache bei dieſer nicht Statt findenden Coincidenz aufgefaßt werden muß, das finden gelehrtere Leſer, für welche dieſe Anmerkung auch eigentlich nur ge-

torssonne") in diesem Zeitraume den ganzen Aequator, d. h. dessen 360°, mit gleichförmiger Bewegung durchlauft, so kommen, wie man durch Regel-de-tri findet,* auf 1 Tag 59′ 8″ 20‴ (Bogen des Aequators). Unsere erdichtete Sonne braucht also, um wieder in den Meridian zu kommen, über einen völligen Sterntag, noch so viel Sternzeit, als 59′ 8″ 20‴ (= 59′ 8,3″) nöthig haben, sich durch den Aequator zu schieben, welches da auf 15° eben 1 Sternstunde, also auf 1° nur 4 Minuten, auf 1 Bogenminute 4 Zeitsecunden, auf 1 Bogensecunde 4 Zeittertien kommen) 3 Minuten 56″ 33‴ Sternzeit austrägt. Demnach ist der

mittlere Sonnentag** = 24h 3′ 56″ 33‴ = 86636,5 Secunden Sternzeit.

Hieraus läßt sich nun das Verhältniß zwischen der hier betrachteten mittleren „Sonnenzeit" und der Sternzeit ableiten. Theilt man nämlich die 24 Stunden des mittleren Sonnen- sowohl als des Sterntages resp. in ihre Secunden (welche, da beide Tage selbst ungleiche Dauer haben, also gegenseitig auch ungleich sind), und bezeichnet die ersteren (als die größeren) mit S, die (kleineren) letzteren aber mit s, so ist

der mittlere Sonnentag = 86400 S (nämlich seiner Secunden)
und der Sterntag = 86400 s (wieder seiner Secunden);

und man hat, nach dem Voranstehenden,

86400 S = 86636,5 s, daher
86164 S = 86400 s* = Sterntag.

Also ist der

Sterntag = 86164 Secunden = 23 St. 56′ 4″ mittlerer Sonnenzeit,
der mittlere Sonnentag, wie oben, = 86636,5 Secunden = 24 St. 3′ 56″,5 Sternzeit,
die Sternstunde = 0h 59′ 50″,1 mittlerer Sonnenzeit, und
1 Stunde mittlerer Sonnenzeit = 1h 0′ 9″,86 Sternzeit;

und somit das verlangte gegenseitige Verhältniß beider Arten von Zeit nochmals in Einer Uebersicht gegeben.

Da die 360° des Aequators, um sich durch den Aequator zu schieben, einen Sterntag oder die voranstehenden, demselben gleichen 86164 Secunden mittlerer Sonnenzeit gebrauchen, so geht 1° des Aequators in $\left(\frac{86164}{360} =\right)$ 239,3 Secunden = 3 Minuten 59,3 Secunden solcher mittleren Sonnenzeit (= den — vergl. d. folgende Tafel — vorn nachgewiesenen 4 Minuten Sternzeit), 1 Aequators-Bogenminute in 3 Zeitsecunden 59 Tertien u. s. w. hindurch; und ferner gehen in

schrieben ist, demnächst wieder in Gleichung der Zeit, S. 656, wo auch diesem möglichen Zweifel vollständig begegnet wird.

* Wenn mir die Leser nachrechnen wollten, so hätten Sie also zu setzen:

365d 5h 48′ 45″ 30‴ : 360° = 1d : gesuchten Bogen,

wobei freilich das erste und dritte Glied der Proportion ganz in Tertien ausgedrückt werden müssen, welches ich Ihnen nun anheim gebe. Ich glaube, richtig gerechnet zu haben.

** Der Sterntag ist also, um den Lesern nunmehr nochmals Alles in Einer Uebersicht vorzuführen, die Zeit der Rückkehr eines nämlichen Fixsterns in den Meridian, der wahre Sonnentag ist diese Rückkehr der wahren, und der obige mittlere Sonnentag unserer mittleren (fingirten) Sonne. — Unter Gleichung der Zeit endlich aber versteht man den Zeitunterschied zwischen den Culminationsmomenten der beiden Sonnen (das, was eine richtig gehende Pendel- oder Taschenuhr mehr oder weniger als 12 in dem Augenblicke zeigt, da die Sonnenuhr eben Mittag angibt).

* Man setze 86400 = n, und 86636,3 = n′, so kommt oben nS = n′s, hieraus $s = \frac{n}{n'} S$, und $ns = n \cdot \frac{n}{n'} S$, welches den obigen Werth gibt. — Die Leser mögen mir nun, mit Substitution der numerischen Werthe von n und n′, wieder nachrechnen, ob ich vielleicht geirrt haben sollte, welches ich jedoch kaum glaube.

24 Stunden mittlerer Sonnenzeit (ſtatt der auf 24 Sternſtunden nur gerade kommenden 360°) 360° 59′ 8″, in 1 Stunde 15° 2′ 28″, in 1 Zeitminute 15 Bogenminuten 2″ 28‴, in 1 Secunde 15″ 2‴,5 des Aequators durch den Meridian. Hiernach kann man nun leicht berechnen, wie viel mittlere Sonnenzeit auf jeden Bogen des Aequators, und, umgekehrt, ein wie großer Bogen des Aequators auf einen jeden Betrag mittlerer Sonnenzeit kommt; man nennt dieß „mittlere Zeit in Bogen des Aequators," und umgekehrt, „Bogen des Aequators in mittlere Zeit verwandeln";* und alle Sammlungen aſtronomiſcher Tabellen, welche ich in den Händen tiefer gehender Leſer ohnedieß vorausſetzen muß, enthalten Tafeln zur Erleichterung dieſer „Verwandlung," daher ich hier nicht weiter dabei verweile. Dagegen genüge ich einem näheren und gewöhnlicher empfundenen Bedürfniſſe durch Beibringung der nachſtehenden ausführlichen

Tafel zur Reduction der Sternzeit auf mittlere Sonnenzeit.

Sternzeit.	Reduction auf mittlere ⊙Zeit. —	Sternzeit.	Reduction auf mittlere ⊙Zeit. —	Sternzeit.	Reduction auf mittlere ⊙Zeit. —
Stund.	Min. Sec.	Min.	Sec.	Min.	Sec.
		1	0,2	31	5,1
1	0 9,8	2	0,3	32	5,2
2	0 19,6	3	0,5	33	5,4
3	0 29,5	4	0,7	34	5,6
4	0 39,3	5	0,8	35	5,7
5	0 49,1	6	1,0	36	5,9
6	0 59,0	7	1,1	37	6,1
7	1 8,8	8	1,3	38	6,2
8	1 18,6	9	1,5	39	6,4
		10	1,6	40	6,5
9	1 28,5	11	1,8	41	6,7
10	1 38,3	12	2,0	42	6,9
11	1 48,1	13	2,1	43	7,0
12	1 58,0	14	2,3	44	7,2
		15	2,5	45	7,4
13	2 7,8	16	2,6	46	7,5
14	2 17,6	17	2,8	47	7,7
15	2 27,4	18	2,9	48	7,9
16	2 37,3	19	3,1	49	8,0
		20	3,3	50	8,2
17	2 47,1	21	3,4	51	8,3
18	2 56,9	22	3,6	52	8,5
19	3 6,8	23	3,8	53	8,7
20	3 16,6	24	3,9	54	8,8
		25	4,1	55	9,0
21	3 26,4	26	4,3	56	9,2
22	3 36,2	27	4,4	57	9,3
23	3 46,1	28	4,6	58	9,5
24	3 55,9**	29	4,7	59	9,7
		30	4,9	60	9,8

* Dieſer Ausdruck iſt nicht mit dem gleich nachher, wiewohl in einem ähnlichen Sinne gebrauchten Ausdrucke der „Reduction" zu verwechſeln.

Sternzeit.	Reduction auf mittlere ⊙Zeit. —	Sternzeit.	Reduction auf mittlere ⊙Zeit. —
Sec.	Sec.	Sec.	Sec.
0	0,00	30	0,08
10	0,03	40	0,11
20	0,05	50	0,14
30	0,08	60	0,16

Beispiel zum Gebrauch.

Wie viel betragen in mittlerer Sonnenzeit 8 St. 14′ 36″,0 Sternzeit?

	Reduction.	
8 Stunden	— 1′ 18″,6	= — 1′ 21″,0.
14 Minuten	— 2″,3	
36 Secunden	— 0″,1	

also sind 8 St. 14′ 36″ Sternz. = 8 St. 13′ 15″,0 mittl. Sonnenzeit.

Bei Reducirung der mittlern Sonnenzeit in Sternzeit hingegen wird statt — das Zeichen + gebraucht. Bei mehreren ganzen Stunden werden aber alsdann einige Decimalsecunden fehlerhaft;*** bei den Minuten und Secunden findet sich kein Unterschied.

Nach der mittelst dieser Tafel also für jeden Betrag auf Sternzeit zu beziehenden „mittleren Sonnenzeit" sind nun, wie gesagt, unsere gewöhnlichen Pendel- und Taschenuhren eingerichtet: ihr Zeiger (die vollkommene Genauigkeit ihres Ganges vorausgesetzt) durchläuft während eines mittleren Sonnentages (2 . 12 =) 24 mittlere Sonnenstunden; und sie müssen, welche Bedingung eben ihre Richtigkeit alltäglich prüfen läßt, im Augenblicke des wahren, durch die Sonnenuhr markirten Mittages dasjenige, was die Gleichung der Zeit vorschreibt, z. B. am 1sten Januar (s. wieder diesen A. Gleichung der Zeit, S. 658) (statt gerade 12, vielmehr) 12 Uhr 3 Minuten 48 Secunden angeben.

Von diesen „Uhren" unterscheiden sich, wie ich mit Verweisung wegen des Näheren auf den Artikel Uhren selbst hier vorläufig noch anführen muß, die nach Sternzeit eingerichteten, und daher oft vorzugsweise „astronomische" genannten Uhren, deren Weiser dagegen Sternzeit (Sternstunden) zeigt, d. h. da wir den Sterntag = 23 St. 56′ 4″ mittlerer Sonnenzeit gefunden haben, schon in dieser Zeit, nämlich in der Zeit der Rückkehr eines nämlichen Fixsterns* in den Meridian, seinen (zweimaligen ganzen) Umlauf ausführt (seine 2 . 12 = 24 Sternstunden macht)** und also alltäglich um

** Diese Tafel zeigt also z. B., daß von einem Sterntage (24 Sternstunden) 3′ 55″,9 (wofür oben 3′ 56″ genommen worden sind) abgezogen werden müssen, um den (im Texte gegebenen) Betrag dieser Sternzeit in mittlerer Sonnenzeit (24 Stunden — 3′ 56″ =) 23 Stunden 56 Minuten 4 Secunden zu erhalten.

*** Bei 24 Stunden ist aber der Unterschied, wie sich aus dem vorigen ergibt, nur 0″,65.

* Statt „Rückkehr des Fixsterns" finden die Leser oft „Rückkehr des mittleren Punctes 0 ♈" (Zeit der ersten Bewegung) gesagt. Wegen des Vorrückens der Nachtgleichen (s. d. A.) nämlich besteht ein (äußerst geringer) Unterschied zwischen der Rückkehr jenes Punctes (der „Zeit der ersten Bewegung") und eines Fixsterns (dem „Sterntage") in den Meridian. Die Uhr-Praxis sieht davon natürlich ganz ab.

** Ich setze voraus, daß sie so eingerichtet

(die oben nachgewiesenen) 3′ 56″* gegen mittlere „Sonnenzeit“ voreilt (am zweiten Mittage schon 2 . 3′ 56″ mehr als die gewöhnliche Pendeluhr zeigt, und derselben also nach 1 Jahre von 365 Tagen um 365 . 3′ 56″ = 1440′ = 24 Stunden = dem vollen Tage, der vollen Einen Axendrehung der Erde voraus ist, über welche ich mich in der Anmerkung erkläre. Eine solche astronomische Sternuhr, vorausgesetzt, daß sie im Augenblicke der Culmination des Frühlings- (Anfangszähl-) Punctes auf 0 (12) Uhr gestellt ist, gewährt, wie ich nebenbei bemerke, den großen Vortheil, zugleich die gerade Aufsteigung (s. Aufsteigung, gerade, S. 85) jedes nachher culminirenden Gestirns anzugeben, indem man, da sich die ganzen 360° der geraden Aufsteigung in 24 Sternstunden durch den Meridian schieben, also gewiß ist, daß die gerade Aufsteigung eines Gestirns, welches z. B. um 1 Uhr nach dem Frühlingspuncte culminirt, ($^{360}/_{24}$ =) 15° beträgt.**

Die in den astronomischen Tafeln ohne weitere Bemerkung vorkommenden Zeitangaben beziehen sich jedoch nicht auf letztere „Sternzeit,“ sondern immer auf die von uns im gegenwärtigen Artikel betrachtete „mittlere Sonnenzeit,“ und zwar desjenigen Meridians, für welchen die Tafeln berechnet sind, und müssen daher, so oft es nöthig wird, erst auf wahre oder auf Sternzeit reducirt werden. Von dieser letzteren aber handle ich, wie ich schließlich bemerke, noch in einem eigenen Vortrage.

Sonntagsbuchstabe, s. Kalender, S. 853, wo Näheres darüber vorkommt, daß man, vom 1sten Januar anfangend, zu den 7 Wochentagen die 7 ersten Buchstaben des Alphabets nach ihrer Folge schreibt (oder schrieb), und denjenigen dieser Buchstaben, welcher danach den Sonntag trifft, den „Sonntagsbuchstaben“ nennt, dergestalt daß z. B. ein mit einem Sonntage (als 1sten Januar) anhebendes Jahr auch den Sonntagsbuchstaben A hat.

Sphaera armillaris ist nichts als der lateinische Name der Ringkugel, über welche dieser eigene Artikel ausführlich handelt.

Sphäre, Himmelskugel, Weltkugel; Sphaera coelestis; *Sphère*, Sphère du monde. Den Namen der „Sphäre,“ der im Griechischen eine Kugel überhaupt bedeutet, gibt man in der Astronomie dem blauen Himmelsgewölbe, welches uns zu umgeben scheint, und von welchem bereits bei dem Worte Himmel gehandelt worden ist. Wenn man alle Gesichtsbetrüge (vergl. d. A.), z. B. die anscheinende Verflachung dieses Gewölbes in der Scheitelgegend, welche sich in den Anblick dieses scheinbaren „Gewölbes“ einmischen, entfernt, so stellt sich dasselbe als eine Kugel („Himmelshohlkugel,“ wie ich mich so oft ausgedrückt habe) dar, in deren Mittelpuncte das Auge steht, deren untere Hälfte durch den Horizont, oder vielmehr durch die Erdfläche verdeckt wird, und welche sich mit allen, an ihrer Innerfläche befindlichen, gleichsam angehefteten Gestirnen binnen 24 Stunden um eine festbleibende Axe drehet. Von dieser Kugelgestalt erhält sowohl die scheinbare Himmelswölbung selbst, als auch ihre Nachbildung im kleinen (Himmelskugel, „künstliche,“ s. d. A.) den Namen der Sphäre; und man bildet sich daran verschiedene Puncte und Kreise (Pole, Aequator u. s. w.) ein, welche im angeführten Artikel nachgewiesen werden.

ist; sie könnte sonst, vergl. d. Folgende, auch gleich von 0 bis 24 getheilt seyn.

* Diese 3′ 56″ entsprechen etwann dem 1 Grade, welchen die rotirende Erdkugel täglich über 360° zurücklegen muß, um den (wahren) Sonnentag vollständig zu haben, so daß sie also nach Verfluße des Jahres diejenige ganze Umwälzung, deren in unserem Werke öfter Erwähnung geschehen ist, mehr, nämlich in 365 Sonnentagen wirklich 366 ganze Umwälzungen (Axendrehungen) gemacht hat.

** Lalande, „Astronomie.“ §. 958. „L'horloge réglée sur les étoiles fixes ou (s. vorn) sur le „premier mobile,“ marquant 0h 0′ 0″ au moment où l'équinoxe du printemps passe au méridien, indique *l'ascension droite* de chaque astre qui passe après au méridien.“

Dieß ist der allgemeine astronomische Begriff; im besondern ist der Name Sphäre aber in der mathematischen Geographie üblich, wenn die verschiedenen Lagen der Himmelskugel und jener an ihr gedachten Puncte und Kreise gegen die verschiedenen Puncte (Orte) der Erdkugel betrachtet werden. Man untersucht hierbei, wie sich die Himmelsansicht für den Erdbewohner gestalte, nachdem derselbe den Aequator, die Pole, oder einen zwischen diesen beiden liegenden Ort der Erdoberfläche einnimmt: und in dieser Hinsicht unterscheidet man die gerade, parallele und schiefe „Sphäre," Ausdrücke, zu deren näherer Erklärung ich nunmehr übergehe.

Die gerade Sphäre (Sphaera recta; *Sphère droite*), Tafel XVI, Fig. 1, ist diejenige Lage der Erd- gegen die Himmelskugel, derjenige Standpunct des Bewohners der Erdkugel auf dieser, wobei die Pole P und S (der Erde wie des Himmels) in den Horizont des bezüglichen Erdortes fallen, und der Aequator AQ durch das Zenith und Nadir geht (rechte Winkel mit dem Horizonte macht). Für diese Stellung ist also PCS zugleich der (wahre) Horizont,* A das Zenith und Q das Nadir. Denkt man sich die Erde im Mittelpuncte der „Sphäre," so steht das, alsdann dem Beobachtungsorte entsprechende Zenith A gerade über dem betreffenden Puncte im Erdäquator. Hieraus folgt, daß die Himmelskugel nur denjenigen Orten der Erdkugeloberfläche als „gerade Sphäre" erscheinen kann, welche im Aequator der Erde selbst liegen, und deren geographische Breite also = 0 ist; man sagt von einem so gestellten Beobachter, „er habe gerade Sphäre (Sphaeram rectam)."

In der „geraden Sphäre" schneidet nicht nur der Aequator AQ den Horizont PCS in der angegebenen Art unter rechten Winkeln, sondern es gilt dieß auch von allen seinen Parallelkreisen GF, KJ; diese Parallelkreise sind aber die Tagkreise der Sonne und der sämmtlichen übrigen Gestirne, und es gehen daher hier alle Gestirne unter rechten Winkeln, d. h. „gerade," auf und unter, weßhalb diese Sphäre eben die „gerade" (recta), und der (vom voraufgehend angenommenen Frühlingspuncte ab gerechnete) Bogen des Aequators, dessen (anderer) Endpunct mit einem Gestirne zugleich aufgeht, dieses Gestirns „gerade" Aufsteigung (s. d. A.) „Ascensio *recta*" heißt.

Aus demselben Grunde werden der Aequator und alle diese mit ihm parallelen Tagkreise vom Horizonte (von der in der Anmerkung bezeichneten Horizontalfläche) PCS in gleiche Hälften zerschnitten (halbirt), deren eine über, die andere unter demselben steht, daher in der „geraden Sphäre" jedes Gestirn eben so 12 Stunden über als 12 Stunden unter dem Horizonte ist; — und da dieß namentlich von der Sonne gilt, so folgt, daß in dieser Lage der Erdkugel gegen die Sphäre Tag und Nacht beständig gleich sind (daß für diejenigen Bewohner der Erdkugel, welche „Sphaeram rectam" haben, d. h. also für die Bewohner des Aequators* auch eine beständige Gleichheit von Tag und Nacht Statt findet). Man sieht ferner, daß bei gerader Sphäre binnen 24 Stunden alle an der Himmelskugel überhaupt sichtbaren Gestirne zum Anblicke kommen müssen, weil es keins derselben geben kann, welches für den so stehenden Beobachter immer unter dem Horizonte bliebe, und daß sogar Sterne,** die

* Die dergestalt durchschnittene Erdkugel, daß der (Himmels-) Aequator auf der Durchschnittsfläche senkrecht steht, gewährt (vergl. die folgende Anmerk.) die beste Vorstellung von „*Sphaera recta*:" diese Fläche ist dann die, die Axe enthaltende Horizontalfläche, und in deren Umfange also die Erdpole liegen. — Man muß aber hierbei nicht vergessen, daß der Schnitt, wenn er nur durch die Axe geht (dieselbe enthält), sonst in jeder Richtung geführt werden kann, wobei zwar immer eine andere Horizontalfläche entsteht, denen allen aber doch die obigen Bedingungen gemein sind. — Einige Anstrengung der Einbildungskraft wird gleich deutlich machen, was ich hiermit eigentlich sagen will.

* Streng genommen (vergl. unten) aber auch nur für ihn als Kreislinie.

** Fixsterne; — denn für andere Ge-

die Polpuncte selbst einnähmen, doch wenigstens streng im Horizonte erblickt werden würden.* Auch ergibt sich, daß Gestirne, die zugleich aufgehen (zugleich in den Horizont treten, an wie verschiedenen Stellen desselben dieß übrigens geschehe), hier nicht weniger den Meridian zugleich mit einander erreichen und zugleich untergehen.**

Die Sonne, indem sie alljährlich die Ekliptik (s. d. A.), d. h. den „schiefen Kreis" KCF, zwischen GF und KJ, die hierbei die Wendekreise vorstellen, durchläuft, kommt danach auch alljährlich zweimal so zu stehen, daß sie das Zenith A desjenigen Beobachters, welcher „gerade Sphäre" hat, einnimmt; dieß geschieht, dem Angeführten gemäß, wenn sie den Aequator erreicht und dieser selbst ihr Tagekreis wird, also um den 21sten März und 23sten September. In den Zwischenzeiten behält sie für diese Sphaera recta ein halbes Jahr lang nördlichen, und genau eben so lange südlichen Zenithabstand; ersterer erreicht sein, der Schiefe der Ekliptik gleiches Maximum von 23½°, wenn die Sonne um den 21sten Juni den nördlichsten Tagekreis: den Wendekreis des Krebses GF, beschreibt; letzteres erfolgt im Wendekreise des Steinbocks KJ. Wollte man hiernach in Bezug auf den Aequator, als diejenige Stelle der Erdoberfläche, welcher „gerade Sphäre" entspricht, an Jahreszeiten denken, und den Sommer durch den geringsten, den Winter aber durch den größten Zenithabstand der Sonne charakterisiren, so würden sich für dort zwei Sommer und eben so zwei Winter ergeben; — und mit der Andeutung dieses Umstandes beschließe ich die Betrachtung der „Sphaera recta."

Die parallele Sphäre (Sphaera parallela; *Sphère parallèle*) dagegen ist diejenige Stellung der Erd- zur Himmelskugel, für die, Tafel XVI. Fig. 2, die Pole P und S, respective das Zenith und Nadir abgeben, der (wahre) Horizont aber mit dem Aequator, in welchem man sich hier die Erdkugel durchschnitten denken mag, coincidirt. Diese Bedingungen schränken die Erscheinung der Himmelskugel als „Sphaera parallela," also auf die beiden bloßen Polpuncte* ein.

In dieser Stellung des Beobachters gegen die Himmelskugel erscheinen ihm die Tagkreise aller Gestirne als Parallelen des Horizonts AQ, woher eben der Name „parallele Sphäre" rührt; und es findet demnach für diese Sphäre ein täglicher Auf- oder Untergang der Gestirne in unserem Sinne gar nicht Statt**: jedes in der bezüglichen Halbkugel einmal sichtbare Gestirn beschreibt bei der Tagesbewegung einen dem Aequator parallelen, und also ganz über dem Horizonte bleibenden Tagkreis; von den Fixsternen gilt dieß für immer, von den übrigen Gestirnen aber so lange

stirne könnte, wie ich, um einer Einwendung zu begegnen, bevorworte, wofern die Möglichkeit in den Pol zu treten überhaupt vorhanden wäre, die Parallaxe eine Aenderung bewirken. — Ich bitte, mit Bezug auf die vorige Anmerkung, immer daran zu denken, daß ich die Erdkugel in der Axe durchschnitten annehme, und daß die wirkliche Beobachtung dagegen auf der Erdoberfläche erfolgt, aus welchem Umstande hierbei nur für „Fixsterne" kein Unterschied hervorgeht.

** Die Zuhülfenahme eines so gestellten Globus, daß der Aequator auf dem Globusrande (dem Horizonte) senkrecht ist, und die Pole also in diesen Rand fallen, unterstützt hierbei die Einbildungskraft, wenn die obige Darstellung nicht ausreicht, noch anderweit.

* Gleichwie der vorher entwickelte Begriff der „Sphaera recta," bevorworteterma-ßen, streng nur für die bloße Linie (Peripherie) des Aequators gilt. „Sphaera recta" und „Sphaera parallela" bezeichnen also eigentlich nichts als äußerste Grenzen, welche zwischen sich sonst überall „Sphaeram obliquam" enthalten.

** Man müßte denn das Heraufstreten der Sonne über den also den Horizont abgebenden Aequator, womit von da an ihre nunmehrige 6monatliche Sichtbarkeit für den betreffenden Pol beginnt, einen Auf-, und ihr nachheriges Wiederhinabsinken unter den Aequator einen Untergang nennen wollen.

als dieselben, nachdem von dem Nord- oder Südpole die Rede ist, resp. nördliche oder südliche Abweichung behalten.

Der Beobachter, welcher „Sphaeram parallelam“ hat, sieht also auch nur diejenigen Fixsterne, welche an der betreffenden Himmelshalbkugel stehen: der Nordpol nur die nördlichen, der Südpol nur die südlichen; — von den der andern Halbkugel angehörigen Fixsternen kann nie einer über seinen Horizont heraufkommen.

Auch von der Ekliptik KCF ist hier immer nur eben dieselbe Hälfte sichtbar*; dem Nordpole der Erde die nördliche, wie CF diese Hälfte vorstellt, dem Südpole die südliche CK. So lange sich die Sonne in der sichtbaren Hälfte aufhält, bleibt also auch sie ununterbrochen sichtbar, und in der unsichtbaren dagegen eben so unsichtbar. Daher dauert für die „parallele Sphäre“ der Tag sowohl als die Nacht ein volles halbes Jahr.

Die schiefe Sphäre (Sphaera obliqua; *Sphère oblique*) endlich begreift alle übrigen Stellungen der Erdkugel gegen die Himmelskugel, bei welcher der eine Pol über dem Horizonte mehr oder weniger erhaben, und der andere unter demselben verborgen ist, der Aequator aber vom Horizonte schief durchschnitten und von demselben nur als größter Kreis (vom größten Kreise) zugleich halbirt wird, wogegen die Parallelen (als kleinere Kreise) hierbei in ungleiche Hälften zerfallen.** Daher gehen dem Beobachter, welcher seinen Standpunct auf der Erdkugel-Oberfläche irgendwo zwischen dem Pole und dem Aequator, und daher „Sphaeram *obliquam*“ hat, auch alle Gestirne schief auf und unter; und nur die im Aequator selbst befindlichen sind wegen der angegebenen alleinigen Halbirung desselben durch den Horizont auch gleich lange sicht- und unsichtbar. Was die übrigen, also ungleich getheilten Tagkreise (Parallelen) anbetrifft, so fällt von denjenigen, welche gegen den sichtbaren Pol heraufwärts liegen, die größere, von den gegen den unsichtbaren Pol herabwärts liegenden aber die kleinere Hälfte über den Horizont; und es sind daher bei der Tagsbewegung des Himmels den Orten der nördlichen Halbkugel die nördlichen, und der südlichen Halbkugel die südlichen Gestirne längere Zeit sicht- als unsichtbar. Nahe am erhabenen Pole gibt es aber Tagkreise, welche ganz über dem Horizonte, gleichwie am entgegengesetzten Pole solche, welche ganz unter dem Horizonte liegen, und dieß ist der Grund, aus dem für die „schiefe Sphäre“ (für Beobachter, die „Sphaeram obliquam“ haben) manche Gestirne (Circumpolarsterne, s. d. Art.) gar nicht unter oder gar nicht aufgehen.

Die Sonne kann, zufolge des Angeführten für die schiefe Sphäre, nur zweimal im Jahre, nämlich an den Aequinoctialtagen, den 21sten März und 23sten September, wo sie den Aequator selbst beschreibt, gleich lange sicht- und unsichtbar seyn, woraus die Gleichheit von Tag und Nacht an diesen Tagen folgt. In demjenigen Halbjahre, in welchem die Sonne von da ab dem sichtbaren Pole näher rückt, sind dann die Tage dort länger als die Nächte, im andern hingegen umgekehrt die Nächte länger als die Tage; die längsten und kürzesten Tage fallen hiernach in die Zeitpuncte der Sonnenwenden (vgl. d. A.), den 21sten Juni und 21sten December, wo die Sonne dem einen oder dem andern Pole am nächsten steht.*

* Man kann sich die Vorstellung hiervon wieder sehr erleichtern, wenn man einen Erdglobus so stellt, daß der Aequator in den Globusrand fällt (folglich den Horizont abgibt), und also der eine oder der andere Pol zum höchsten Puncte über der Randfläche wird.

** Die Anwendung der künstlichen Erdkugel, bei welcher man den einen oder den andern Pol bis zu beliebigen Höhen über den Globusrand erheben und damit wechseln kann, versinnlichet auch das Verhältniß der schiefen Sphäre. Mit einer bloßen Figur wird für diesen verwickelteren Fall nicht viel ausgerichtet.

* Auf das Detail einiger, dabei für die heiße Zone zu beiden Seiten des

Ist die Schiefheit der Sphäre so groß, daß die Tagkreise, in welche die Sonne kommt, ganz über oder unter dem betreffenden Horizonte stehen, welches nur geschieht, wenn der Beobachtungsort in den Polarkreisen oder innerhalb derselben liegt; so geht, um die Zeit der einen Sonnenwende, die Sonne daselbst während einer gewissen Frist gar nicht unter, und zur Zeit der andern gar nicht auf, dergestalt, daß dann dort Tag oder Nacht perpetuirlich sind und desto länger dauern, je näher der Ort dem Pole liegt, in welchem selbst die „schiefe Sphäre" sodann in die parallele übergeht.

Ich könnte noch mehrere solche Einzelheiten von jeder der drei „Sphären" beibringen; allein das Angeführte, als das Hauptsächlichste, mag genügen. Dasselbe enthält zugleich einen solchen Abriß der ganzen mathematischen Geographie, wie er sich für die unserem Werke gesteckten Gränzen schickt; Weiteres können nur die der genannten Disciplin eigens gewidmeten Bücher gewähren. Unter diesen zeichne ist für Leser, welche sich nicht in zu viele Rechnung vertiefen wollen, aus: Bode's, des verewigten Berliner Hof-Astronomen, schon mehrfach citirte „Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel." 2. Aufl. Berlin, 1803. gr. 8., womit man Walch's „Ausführliche mathematische Geographie." Göttingen. 1783. 8. und Mädler's „Leitfaden der mathematischen Geograph." Stuttgart. 1843. 8. verbinden kann. Tiefere analytische Untersuchungen enthält dagegen Schmidt's „Lehrbuch der mathematischen Geograph." Göttingen. 1829. 2 B. gr. 8., und mit der Namhaftmachung auch dieser gelehrteren Schrift beschließe ich denn meinen Vortrag über „Sphäre."

Sphärik; Sphaerica; *Science de la sphère.* Man versteht darunter zunächst den Inbegriff der die Kugel betreffenden Lehrsätze, wovon ich das für uns Nöthigste in diesem Artikel selbst beigebracht habe. Zuweilen wird aber auch die Behandlung der Kugeldreiecke, welche man sonst in die sphärische Trigonometrie verweist, dahin gezogen; in unserem Werke ist dem „Kugeldreiecke" ein eigener Vortrag gewidmet, und ich komme auch in Trigonometrie (sphärische) nochmals darauf zurück.

Sphärischer Exceß; Excessus sphaericus; *Excès sphérique.* Die Summe der drei Winkel eines sphärischen Dreiecks ist bekanntlich immer größer als 180°: diesen Ueberschuß nennt man den „sphärischen Exceß," und wir haben namentlich Anwendung davon gemacht im Art. Entfernung, S. 312.

Sphärisches Dreieck oder Kugeldreieck, s. d. letzteren Art.

Sphäroid; Sphaeroides; *Sphéroide.* Diesen Namen gibt die Geometrie denjenigen Körpern, welche aus der Umdrehung einer halben Ellipse * um die Axe entstehen, und wovon ich unter diesem geometrischen Gesichtspuncte schon im Vortrage über Ellipse mit gehandelt habe. Drehet sich dabei die halbe Ellipse um die kleine Axe, so entsteht das abgeplattete Sphäroid, welches in unserer Wissenschaft der Astronomie eine so überaus wichtige Rolle spielt, indem sämmtliche, einer Axendrehung

nachgewiesenermaßen nur in seinem Umfange selbst „Sphaeram *rectam*" bedingenden Aequators Statt findenden Eigenthümlichkeiten kann ich hier nicht weiter eingehen; man findet dasselbe in den, zu Schlusse des gegenwärtigen Artikels namhaft gemachten, der mathematischen Geographie besonders gewidmeten Werken. Der Hauptcharakter der „schiefen Sphäre," im Vergleiche zur „geraden" und „parallelen," worauf es mir nur ankommen konnte, ist im Texte hinreichend hervorgehoben.

* Da die „erzeugende" Curve also eine Ellipse ist, so hat man daher die solchergestalt entstehenden Körper, statt „Sphäroid," auch „Ellipsoid" oder „Elliptoid" benannt. Allein „Sphäroid" ist sprachrichtiger, gleichwie man paraboloidisches und hyperboloidisches Konoid und nicht „Paraboloid" (obwohl wir uns selbst so ausgedrückt haben) und „Hyperboloid" sagen sollte (Molweide in seiner Fortsetzung von Klügel's „mathemat. Wrtrb. im betr. Art.).

(Rotation, vergl. beide Art.) unterworfene Weltkörper, namentlich der Planet Erde selbst, durch den Einfluß dieser Drehung die Gestalt eines solchen „abgeplatteten Sphäroids" angenommen haben, wie sich der Art. Abplattung ausführlich darüber erklärt. Freilich war nach den dort beigebrachten Auseinandersetzungen der Erdkörper, um bei diesem Planeten als Beispiel stehen zu bleiben, erst eine wirkliche Kugel, und von welcher also vielmehr der Kreis die „erzeugende Curve" abgibt; allein eben die Rotation verwandelte diese Kugel nachher in ein dergleichen „abgeplattetes Sphäroid," dessen Entstehungsweise aus der Umdrehung einer Ellipse um die kleine Axe wir eben nachgewiesen haben; die sich drehende Curve ist hier der elliptische Meridian, und die kleine Axe, um welche die Drehung erfolgt, der Polardurchmesser; der bloße Anblick der 3ten Figur auf Tafel XVI, wo MSM'P den sich um den Polardurchmesser PS drehenden elliptischen Meridian bezeichnet, macht die Sache ganz augenscheinlich, und ich brauche für uns Nichts weiter darüber hinzuzufügen.

Tiefere analytische, das „Sphäroid" betreffende Untersuchungen gewährt aber, wie ich schließlich bemerke, der Artikel Sphäroid im citirten „Mathemat. Wrtrbch." Von Klügel u. Molweide (beendet durch Grunert). Lpzg. 1820. 7 Bände gr. 8.

Spiegel; Specula; *Miroirs.* Allgemein alle glatten, undurchsichtigen und das Licht daher so zurückwerfenden Flächen, daß man in ihnen Bilder der vorliegenden Gegenstände erblickt; im engeren Sinne unsere allgemein bekannten ebenen Spiegel von foliirtem Glase, oder die bei den Spiegel-Teleskopen in vorzügliche Anwendung kommenden Hohlspiegel von Metall, meistens von sphärischer, seltener von parabolischer Concavität. Von solchen Spiegeln habe ich aber schon in den besondern Artikeln Hohlspiegel und parabolische Spiegel gehandelt, und komme in Spiegel-Teleskop darauf zurück, daher mir hier nur der ebene Spiegel, von dem die Astronomie zuweilen (z. B. beim Spiegel-Quadranten — s. d. A. — oder zur Mitanwendung beim eben erwähnten Spiegel-Teleskop u. s. w.) auch Gebrauch macht, zu betrachten bleibt.* Hinsichtlich dieses letzteren ist jedoch unter unserem Gesichtspuncte ebenfalls nur hervorzuheben, daß die auf denselben fallenden Lichtstrahlen nach dem Gesetze der Zurückstrahlung (s. Zurückwerfung) unter demselben Winkel, unter welchem sie aufgefallen sind, reflectirt werden. Mit Bezug auf dieses Gesetz werden wir den ebenen Spiegel, wie gesagt, in den namhaft gemachten Artikeln angewendet finden, auf welche ich daher schließlich lediglich verweise.

Spiegel-„Quadrant," reflectirender,** auch Hadley'scher Quadrant; Octans; *Octant.*** Ein zur Ausmessung der Höhen der Himmelskörper über dem Horizonte, namentlich auf der See dienendes Instrument (und zwar das beste*** dieser Art), dessen ich vorläufig schon in Schifffahrtskunde, mit Verweisung wegen des De-

* Es gibt zwar auch Convex-Spiegel; da man aber in der Astronomie keine weitere Anwendung davon macht (ich finde sie nur in der früheren Geschichte der Spiegel-Teleskope angeführt), so darf ich ihrer hier auch nicht näher erwähnen.

** Es könnte sogleich auffallen, daß ich hier „Quadrant" und „Octans" einander gegenüberstehe; allein der Gradbogen des zu betrachtenden Instruments faßt zwar wirklich nur 45° (ist wirklich nur ein „Octant"), jene 45° erhalten aber, wie die Erläuterungen im Texte zeigen werden, durch Mitanwendung ebener Spiegel (s. d. A.) den doppelten Werth von 90°, so daß dieser Hadley'sche Octant in der That als Quadrant dient.

*** Es sind zwar in der neuesten Zeit mehrere andere Einrichtungen zu Reflexions-Instrumenten, z. B. namentlich der Prismenkreis des Professors Steinheil, gemacht worden; in der Hand des daran gewöhnten Beobachters könnte aber der „Hadley'sche reflectirende Spiegel-Quadrant" leicht fortfahren, das ihm oben beigelegte Epitheton des „besten" dieser Instrumente zu verdienen.

tails auf den gegenwärtigen besondern Artikel, erwähnt habe. Der „Hadley'sche" heißt dieser Quadrant (Octant) nach seinem Erfinder Hadley,* und der „reflectirende" eben von dem dabei gemachten Gebrauche ebener Spiegel (vgl. den vorangehenden A. Spiegel), welche (wie ich l. c. anticipire) die Lichtstrahlen unter demselben Winkel, unter dem dieselben aufgefallen sind, auch wieder „reflectiren." Von dieser Eigenschaft der Planspiegel muß ich bei unseren Betrachtungen ausgehen.

Seyen also, Tafel XVI, Fig. 4, DE und CB zwei solche Planspiegel, so wird zunächst ein nach der bestimmten Richtung OK in K auf den Spiegel DE fallender Lichtstrahl dergestalt reflectirt, daß sein neuer Weg (der reflectirte Strahl) KA mit dieser Spiegelfläche einen dem Einfallswinkel OKE gleichen Reflexionswinkel AKD macht. Es ist dieß eben die in Rede stehende, durch die Erfahrung constatirte Eigenschaft der Planspiegel, über welche ich mich aber in theoretische Erörterungen nun nicht weiter einlasse.

Fällt dieser solchergestalt reflectirte Strahl KA unterweges in also gleich bestimmter Richtung sodann auf einen zweiten Spiegel** BC, so wird er abermals nach dem nämlichen Gesetze der Zurückstrahlung, nämlich wieder dergestalt reflectirt, daß sich der Reflexionswinkel SAB dem Einfallswinkel KAC gleich zeigt, wodurch der reflectirte Strahl in die Richtung AS gelenkt wird.

Nehmen wir jetzt an, es werde dieser zweite Spiegel BC, um den Punct A etwas, z. B. um die Winkelgröße BAF, gedrehet, daß er in die neue Lage FG komme, so muß, da dieser neuen Lage gemäß der nunmehrige Einfallswinkel KAG des Strahles KA (ein anderer, hier z. B.) um GAC kleiner wird, bevorwortetermaßen demnächst auch der Reflexionswinkel SAB (wieder ein anderer, hier) um BAF (= GAG) kleiner* werden, und der reflectirte Strahl kann nicht die frühere Richtung AS behalten, sondern erlangt gleichfalls eine entsprechende andere, mit jener ersteren den Winkel SAS' einschließende Richtung AS'; dieser Winkel SAS' ist aber genau doppelt so groß, als der obige Winkel BAF (= GAC), welchen die jetzige Stellung FG des (zweiten) Spiegels mit seiner früheren BC macht.

Der zwischen dem einfallenden Strahle KA und dem reflectirten AS enthaltene Winkel KAS nämlich ist offenbar immer = 180° weniger der Summe des Einfalls- und Reflexionswinkels, oder, da letztere beide einander gleich sind, weniger dem doppelten Einfallswinkel, und wenn dieser Einfallswinkel also durch eine Drehung des Spiegels um ein gewisses Maß kleiner oder, wie ich nun allgemeiner sagen darf, überhaupt nur ein anderer, also entgegengesetzten Falles auch größer wird, so muß der zwischen dem einfallenden und reflectirten Strahle enthaltene Winkel KAS um das Doppelte ab- oder zunehmen, d. h. die ihm in Gemäßheit der Spiegeldrehung widerfahrende Veränderung beträgt das Doppelte der Veränderung GAC des Einfallswinkels KAC.**

* Hadley (John), Vicepräsident der Königlichen Societät zu London, als welcher er die Erfindung dieses schönen Instruments 1731 machte. Nicht zu verwechseln mit Halley (Edmund), dem uns vielfach bekannt gewordenen Brittischen Astronomen, Zeitgenossen Newtons und Berechner des „Halley'schen" Kometen (s. d. A. S. 937).

** Eine parallele Lage dieses zweiten Spiegels gegen den ersteren, wovon hernach die Rede ist, wird, wie ich, um einem Bedenken vorzubeugen, bevorworte, hier noch nicht bedingt.

* Die folgende Anmerkung macht dieß deutlicher. Augenblicklich vergrößert sich in der Figur der Reflexionswinkel SAB durch die Spiegeldrehung sogar um BAF; aber der reflectirte Strahl AS neigt sich auch zugleich um das Doppelte in die neue Lage AS'; daher letztlich Reflexions- und Einfallswinkel doch wieder gleich, und dieser um BAF wie jener um das eben so große GAC geringer geworden sind.

** Der Reflexionswinkel SAB war in der ursprünglichen Lage BC des Spiegels = dem Winkel KAC; durch

Wenn also, umgekehrt, ein in O gedachter Beobachter nach der Richtung der Geraden KO vermittelst der beiden Spiegel BC und DE, und der Reflexionen, welche der Strahl SA successiv in denselben erleidet, ein Object S erblickt, so kann er dieses, dagegen nach S' versetzte (gestiegene; wir werden gleich sehen, weßhalb ich so sage) Object bei unverändertem Stande des ersten Spiegels DE in der nämlichen Richtung nicht mehr wahrnehmen, wofern er nicht dagegen den andern Spiegel BC um eine Winkelgröße BAF verrückt (gedrehet) hat, welche der Hälfte des, zwischen der früheren und nunmehrigen späteren Stellung des Objects S enthaltenen Winkels SAS' gleich ist. — Dieß gibt die Grundidee des Hadley'schen Spiegel-Quadranten ab, zu dessen Beschreibung und zu dessen Anwendung, so wie sie auf jenem Princip begründet ist, ich nunmehr übergehe. Anticipirend muß ich nur gleich noch bemerken, daß man das Instrument frei in der Hand halten und so damit operiren will, daher dasselbe von leichtem Material: das Gestell meistens von Holz, der Gradbogen von Elfenbein, angefertiget wird.

BC nämlich (Fig. 5. Tafel XVI.) ist ein halber Quadrat, ein 45° enthaltender, aber (vergl. hinten) gleichwohl in 90 Theile getheilter, aus A, als Mittelpunct, beschriebener Kreisbogen. In jenem Mittelpuncte A und perpendicular auf der Ebene des Instruments befindet sich ein, an der Alhidade (s. d. Art.) AD befestigter und mit ihr um A drehbarer Planspiegel. In einiger Entfernung von A ist, wieder perpendicular auf der Ebene des Instruments, an der Seite AB ein zweiter Planspiegel K angebracht, dessen Glas aber nur an der, jener Seite nächsten Hälfte (von oben herunter) mit Folie belegt, und sonst frei ist, dergestalt, daß man durch diese nicht belegte Hälfte, vermittelst des genau auf die Mitte gerichteten Fernrohres bei O, den Meerhorizont (wo — s. Neigung des Meerhorizontes, „Depression" — Wasser und Luft sich zu vereinigen scheinen) wahrnehmen kann. Die gegenseitige Stellung dieser beiden Spiegel bei A und K muß zugleich von der Art seyn, daß, wenn die auf AC geschobene Alhidade den dortigen O-Punct der Theilung trifft, A genau parallel mit K steht (eine Mitbedingung, welche, wie ich schon oben bevorwortet habe, nur erst hier in Rede kommt).

Dieß vorausgesetzt, und die Alhidade also coincidirend mit jenem Nullpuncte gedacht, so wird man das Instrument in jede beliebige Vertical-Ebene bringen und dabei in einer solchen Lage erhalten können, daß man den Meerhorizont durch den freien Theil des zweiten Spiegels in das Fernrohr bekommt. Zugleich wird sich aber auch ein Bild dieses Meer-

die Drehung des Spiegels ist diese Lage sodann FG, und der Einfallswinkel bei unveränderter Richtung des Strahles KA vielmehr KAG geworden: dieser Winkel hat sich hier gegen den früheren KAC um GAC verkleinert. Der Reflexionswinkel SAB dagegen vergrößert sich, dieser Drehung wegen, hier um BAF = GAC; und der reflectirte Strahl AS muß sich also um das Doppelte in die neue Lage AS' neigen, damit die Grundbedingung der Gleichheit des Reflexions- und Einfallswinkels wieder erfüllt sey.

Oder, mit noch andern Worten: der Einfallswinkel, welchen KA mit dem Spiegel macht, sey z. B., und demnach so gut wie der Reflexionswinkel, ursprünglich = 40°, und verkleinere sich in unserem Falle durch die Drehung des Spiegels um 10°, also bis auf 30°, so wird hierdurch, wie die Figur zeigt, jener durch SA mit dem Spiegel gebildete frühere Reflexionswinkel anfänglich vielmehr um 10°, und sowit bis auf 50° vergrößert; — und da beide Winkel gleich bleiben müssen, so erhält SA nunmehr die um (50 − 30 =) 20° (= 2 . 10) veränderte Stellung S'A, damit der auf 50° angewachsene neue Reflexionswinkel dem dagegen auf 30° gesunkenen „neuen" Einfallswinkel nachher wieder gleich werde, demgemäß also, wie im Texte behauptet ist, die dem Reflexionswinkel widerfahrende Veränderung (20°) in der That das Doppelte der Drehung des Spiegels (10°) austrägt.

horizontes, welches der erste Spiegel zurückwirft, im belegten Theile des zweiten Spiegels darstellen; denn bei der Geringfügigkeit der gegenseitigen Entfernung AK der Spiegel von einander darf man die zum Meerhorizonte führenden beiden Gesichtslinien OH und AH als parallel betrachten; und da die Spiegel (als eben nachgewiesene, nunmehrige Bedingung) parallel stehen, so muß, wie man leicht einsieht, auch KO, nach der Reflexion in ihnen beiden, parallel mit HA und folglich mit HK seyn, dergestalt, daß sich der direct und der als Spiegelbild gesehene Meerhorizont zur Seite genau neben einander (d. h. in der Horizont-Grenzlinie) zeigen.

Nehmen wir jetzt an, man wolle, indem die Alhidade AD unseres Instruments immer noch auf dem Null- (dem Anfangszähl-) Puncte der Gradtheilung stehend vorausgesetzt wird, mit diesem „Spiegel-Quadranten" (Octanten) die Höhe SAH eines Gestirns S, z. B. namentlich der Sonne, über dem Horizonte bestimmen (messen), welches gleich Eingangs als der eigentliche Zweck der Einrichtung bezeichnet worden ist, so faßt man den (vergl. vorn) deßhalb zur leichteren Behandlung nicht zu schwer gemachten Octanten in die rechte Hand, bringt ihn so in die durch das Gestirn und das Centrum A gedachte Vertical-Ebene, visirt mittelst des Fernrohres (bei O) durch die nicht belegte Hälfte des zweiten Spiegels nach dem Meerhorizonte, und schiebt dann die Alhidade, längs des Gradbogens, von C gegen B fort, bis man (statt des früheren Meerhorizont-Bildes, nunmehr) das vom ersten Spiegel reflectirte Bild des Gestirns mittelst abermaliger Reflexion in der belegten Hälfte jenes zweiten Spiegels, genau neben dem direct gesehenen Meerhorizonte (auf gleicher Grenzlinie mit ihm) erblickt; alsdann ist der von der Alhidade, und also auch vom Spiegel A durchlaufene Bogen CD (Winkel CAD), dem Vorgetragenen zufolge, genau die Hälfte* des zu messenden Höhenwinkels SAH; und da der allerdings nur 45° haltende Bogen BC (worauf ich hier zurückkommen wollte) deßwegen in 90 Theile, also auch nur halbe Grade getheilt ist, so braucht man demnach bloß diese halben Grade des entsprechenden Bogens CD gleich als ganze zu rechnen, um sogleich die Zahl der Grade des Winkels (der verlangten Gestirnhöhe) SAH zu haben.

Dieß ist die streng aus dem entwickelten Princip abgeleitete Erklärung des Gebrauches unseres „Hadley'schen Spiegel-Quadranten." Auf mehreres, dabei besonders vom Seefahrer noch zu berücksichtigendes technisches Detail habe ich aber unter meinem enger astronomischen Gesichtspuncte hier nicht einzugehen, sondern verweise dieserwegen auf die im Art. Schifffahrtskunde angeführten Werke, von denen ich schließlich nochmals Rümker's (des wackren Hamburger Astronomen) „Handbuch der Schifffahrtskunde." 4. Auflage. Hamburg, 1844. gr. 8. auszeichne.

Spiegel-Teleskop, reflectirendes oder katadioptrisches Teleskop, Reflector, auch bloß Teleskop; Telescopium reflectens; *Télescope de reflexion* oder Télescope (ohne Zusatz). Ein Fernrohr, in welchem, statt des Objectivglases, Spiegel angewendet werden. Den Beinamen eines „katadioptrischen" Instrumentes gibt man demselben, weil, wie

* Stände das Gestirn noch im Horizonte selbst, so würde dasselbe bei der ursprünglichen parallelen Stellung der Spiegel (der Alhidade auf o) auch mit im Horizonte H, in der Richtung HA und in dessen Spiegelbilde erblickt werden; ist das Gestirn aber bereits von H nach S, also um SAH über den Horizont (wie ich deßwegen vorn mit Verweisung „hierher sage) „gestiegen," so muß der Spiegel A (und also mit ihm die Alhidade), dem Vorgetragenen gemäß, um die Hälfte jenes Winkels SAH verschoben werden, damit das Spiegelbild des Gestirns wieder in seiner früheren Richtung HA erscheine. — Es kommt Alles darauf an, sich aus der vorangehenden Demonstration recht innig davon überzeugt zu haben, daß (Fig. 4) Winkel SAS' stets = 2 Winkel GAC = 2 . BAF seyn muß.

die nachfolgende Beschreibung näher zeigen wird, dabei der Spiegel doch mit einem Augenglase verbunden ist; „Reflector“ aber heißt dasselbe, im Gegensatze der Refractoren (s. Fernrohr, S. 420), weil die Wirkung nicht wie bei diesen durch gebrochene, sondern (hauptsächlich) durch (vom Spiegel) „reflectirte“ Lichtstrahlen erfolgt; und der Ausdruck „Teleskop“ endlich ist, seiner Etymologie (l. c.) gemäß, zwar eigentlich allen Arten von Fernröhren gemein, wurde aber gemeiniglich doch nur den besseren gegeben, und ist, da man sonst die Spiegel-Fernröhre dafür erkannte, denselben verblieben.

Auf die Anwendung von Spiegeln bei Fernröhren verfiel, um meinen Vortrag, wie es mir in diesem Falle am besten erscheint, historisch anzuordnen, zuerst der P. Mersenne (französischer Mathematiker, Mitglied der Sorbonne, †. zu Paris 1646) gekommen zu seyn. Er sagt (Universae Geometriae mixtaeque Mathematicae Synopsis. Paris 1644. 4. in Catoptrica. prop. VII.): „man könne einen großen parabolischen Hohlspiegel (s. d. A) mit einem kleineren, ebenfalls parabolischen Hohlspiegel oder auch mit einem Planspiegel dergestalt verbinden, daß das Ganze, wie ein Fernrohr, entlegene Dinge vergrößert zeige.“ Von einer praktischen Ausführung dieser Idee finde ich jedoch nirgend Etwas.

Einen ähnlichen Vorschlag machte Jakob Gregory (Professor der Mathematik zu St. Andrews in Schottland, bekannt durch seine vortreffliche, gleich näher zu erwähnende Optik, gest. 1675) in seiner eben genannten „Optica promota.“ London. 1663. 4., wo er gleichfalls die Anwendung „parabolischer“* Spiegel empfiehlt, ohne daß jedoch auch dieser Vorschlag in das Leben getreten wäre.

Inzwischen entdeckte Newton im Jahre 1666, daß die Abweichung bei den dioptrischen Fernröhren („Refractoren“) großentheils von der durch die Brechung der Lichtstrahlen in den Glaslinsen hervorgebrachten Farbenzerstreuung abhange; und da ihn (vergl. Achromatisch, S. 32, gleichwie Fernrohr, S. 448) seine Versuche verleiteten, diese Abweichung bei bloßen Gläsern (Objectiv-Linsen) für unvermeidlich zu halten, so wendete Er, den Andeutungen der erwähnten Optiker gemäß, von dieser Zeit an alle seine Aufmerksamkeit nur auf Darstellung von Fern-Instrumenten mit Spiegeln („Reflectoren“), indem das von den Spiegelflächen zurückstrahlende (das reflectirte weiße) Licht, namentlich wie es von den Gestirnen auf die Spiegel fällt, nicht, gleich den in den gewöhnlichen* Objectivgläsern der „Refractoren“ dagegen gebrochene Lichtstrahlen, in Farben zerstreut wird. Auch glückte es Ihm wirklich, ein Teleskop mit einem Metallspiegel** zu Stande zu bringen, welches 30 bis 40 Mal vergrößerte, und welches Er („The history of the royal Society.“ London. 1756. 4. B. III, S. 4.) der Königlichen Societät zu London am 18ten Januar 1672 überreichte, von der das Instrument mit Beifall aufgenommen wurde.

Dieses Newton'sche Spiegel-Teleskop (Tubus Newtonianus; *Télescope Newtonien*) besteht aus einem

* Man könnte nach dem Grunde des gerade dieser Form gegebenen Vorzuges fragen; sie findet sich im citirten Art. Parabolischer Spiegel angegeben: ein „parabolischer Hohlspiegel“ vereiniget die von einem Gegenstande, namentlich einem Gestirne, auf ihn fallenden Strahlen zu einem bestimmteren Bilde, als ein gewöhnlicher sphärischer Hohlspiegel. Allein dergleichen „parabolische“ Hohlspiegel sind (vergl. unten) schwer zu machen.

* „Gewöhnlichen,“ nämlich den zu Newton's Zeiten, also vor der Dollond'schen Erfindung der (vgl. wieder Fernrohr, l. c.) „Achromasie“ (Farben-Vernichtung), nur noch gebräuchlichen einfachen Linsen aus Einer und derselben Glasart, wogegen unsere jetzigen „achromatischen“ Linsen bekanntlich aus mehreren Glasarten zusammengesetzt sind.

** Gläserne Hohlspiegel kann man wegen der doppelten Bilder, welche sie machen, indem sowohl das Glas als die Belegung, und zwar um so mehr spiegeln, als jenes stärker ist, nicht wohl brauchen.

sphärischen* Hohlspiegel, welcher in ein (zur Absorption des Seitenlichtes inwendig geschwärztes) Rohr dergestalt eingesetzt wird, daß das andere, dem Objecte zugekehrte und also der Spiegelfläche gegenüber liegende Ende des Rohres offen ist; die Axe des Spiegels muß mit der Axe des Rohres coincidiren (das Teleskop muß — vergl. Fernrohr, S. 430 — „richtig centrirt" seyn). Die vom Objecte, namentlich von einem Gestirne durch das Rohr auf die Hohlspiegel-Fläche (parallel) auffallenden Lichtstrahlen werden von derselben convergirend reflectirt, und würden sich daher (vergl. Hohlspiegel) im Brennraume zu einem (seiner Entstehung gemäß, verkehrten) Luftbilde** des Objects vereinigen; allein ehe sie dahin gelangen, fängt sie ein Planspiegel, welcher unter dem Winkel von 45° gegen die Axe des Rohres befestigt ist, auf, und wirft sie sonach, senkrecht gegen diese Axe, nach dem zur Seite im Rohre angebrachten Oculare, von solcher Brennweite, daß dieselbe mit der Stelle der nunmehrigen Vereinigung der Strahlen zum (verkehrten Luft-) Bilde zusammentrifft. — In ein solches „Newton'sches Spiegel-Teleskop" sieht man also nicht geradezu, sondern von der Seite nach dem, durch die zweimalige Reflexion in dieser Richtung sichtbar werdenden Bilde des Objects (Gestirns), und erblickt dasselbe, wie gesagt, nach Art des astronomischen Fernrohrs verkehrt, und so oft vergrößert, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite des Hohlspiegels enthalten ist.*

Um diese Beschreibung hiernächst aber auch durch Zeichnung zu unterstützen und für mehr verlangende Leser zugleich die Theorie des Instrumentes aufklären zu können, sey Tafel XVI. Figur 6. GHIN ein solches, bei GN offnes und bei HI durch den sphärischen Hohlspiegel DC verschlossenes Rohr, welches wir axrecht** einem so weit entfernten Gegenstande (einem Gestirne) zugewendet annehmen, daß die von jedem einzelnen Puncte desselben divergirend ausgehenden Strahlenbündel parallel (als Cylinder) auf den Spiegel fallen. Demgemäß kommt vor des Objects mittelsten Puncte der Strahlen-Cylinder OO, und vor dem untersten der Strahlen-Cylinder BB; jene Strahlen OC, OD, würden durch Reflexion das Bild des Punctes O in o, in des Spiegels Axe,*** und diese BD, BC, das Bild

* Die schon oben angedeuteten technischen Schwierigkeiten der Darstellung parabolischer Hohlspiegel, welche, bevorwortetermaßen, sonst den Vorzug verdienen würden, zwingt den Künstler nämlich, bei der reinen „sphärischen" Form stehen zu bleiben.

** Ein solches (verkehrtes) „Luftbild" (s. den Art.) zeigt den Lesern z. B. Ihr (sphärischer Hohl-) Rasier-Spiegel, wenn Sie von demselben in die rechte Entfernung zurücktreten, wo Sie Ihr Gesicht, gleichsam in der Luft vor (zwischen sich und) dem Spiegel (wie gesagt, in umgekehrter Stellung) schwebend, erblicken.

* Um das, durch dieses „seitwärts" Hineinsehen erschwerte Finden des Gestirns zu erleichtern, ist auswärts des Rohres ein mit dessen Axe paralleles kleines Fernrohr, der — vgl. Fernrohr, S. 451 — Sucher oder Finder (*Trouveur*), angebracht, mit dem man das betreffende Gestirn erst sucht, um das Rohr sodann darauf richten zu können. — Betrachtet man hiernächst den Hohlspiegel des Reflectors als das Objectiv des Refractors, so zeigt sich (vergl. hinten) die zwischen den beiden Instrumenten Statt findende, oben nur angedeutete Aehnlichkeit ganz offenbar.

** „Axrecht;" man gestatte mir den Neologismus; er bezeichnet ganz paßlich eine solche Stellung des Instruments, welcher gemäß die Axe des Rohres dem Mittelpuncte des (runden) Gestirns entspricht.

*** Sie sind nämlich „axrecht" einfallend angenommen, kommen also perpendicular auf den sphärischen Hohlspiegel, und prallen daher, dem Gesetze der Zurückstrahlung (Gleichheit des Einfalls- und Reflexionswinkels) gemäß, auch in sich selbst (in die Axe) zurück. Die Figur hat dieß nicht wohl bestimmter andeuten können; und das Nachdenken über den Vorgang, verbunden mit einer nochma-

des Punctes B in b machen. Allein ehe sie zu diesem Bilde b o zusammentreffen, werden sie von dem, wie gesagt, unter einem Winkel von 45° gegen die Axe geneigten Planspiegel TV aufgefangen und, abprallend, nach dem seitwärts angebrachten, in eine besondere Röhre RS eingefaßten biconvexen Ocular zugelenkt (es kann auch eine planconvexe Linse seyn).

Da diese zweite Reflexion vermittelst des Planspiegels erfolgt, so wird die Convergenz der Strahlen dabei weder vermehrt, noch vermindert: die Spitze b des Strahlenkegels DbC kommt nach β, und die Spitze o des Strahlenkegels DoC nach ω; und $\beta\omega$ = bo ist also das Bild* des betrachteten Gegenstandes (Gestirns). Die von $\beta\omega$ sodann divergirend wieder ausfahrenden Strahlen treffen hiernächst auf die angegebene biconvexe Linse t, werden, da das Bild, bevorwortetermaßen, vom Ocular um dessen Brennweite absteht (Fernrohr, S. 431. §. 3), durch die Brechung in demselben, unter sich und mit dem Hauptstrahle parallel, und schneiden die Axe in K. Das hier angenommene Auge empfindet also dieses Bild nach parallelen Strahlen, und erblickt den durch dasselbe repräsentirten Gegenstand (wieder Fernrohr, S. 438) also deutlich, und zwar unter dem Sehewinkel $\beta t\omega$ = bto.

Wenn aber das Auge (unbewaffnet) in D wäre, so würde es den Gegenstand für sich unter dem Winkel ODB = (dem, durch die reflectirten Strahlen gebildeten Winkel) bDo wahrnehmen. Da nun dieser letztere Winkel bDo, gleichwie der Winkel bto, klein ist, so hat man bto : bDo = $\frac{bo}{to}$** : $\frac{bo}{Do}$ = Do : to = Do : $t\omega$*; und es verhält sich daher der Sehewinkel bto (= $\beta t\omega$) vom Bilde bo (= $\beta\omega$) zum Sehewinkel bDo (= ODB), unter welchem der Gegenstand dem bloßen Auge erscheinen würde, = Do : $t\omega$, d. h. wie die Brennweite des Hohlspiegels zur Brennweite des Oculars; der Gegenstand (das betrachtete Gestirn) wird im Spiegel-Teleskope so viele Mal vergrößert, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite des Hohlspiegels enthalten ist.***

Dieß ist die ursprüngliche „Newtonsche" Einrichtung des Spiegel-Teleskops, auf welche ich mich, wie ich ausdrücklich bevorworte, hier auch wesentlich beschränke; und wenn die Leser ein solches Instrument mit jenem Beinamen („*Télescope Newtonien*") erwähnt finden, so haben Sie dieselbe zu verstehen, wie man denn, nach einigen gleich zu erwähnenden anderen Constructionen, auch in der neuesten Zeit immer wieder zu derselben zurückgekehrt ist. Einige, jedoch unwesentliche und das Princip unberührt lassende Aenderungen nahm Newton mit seinem Instrumente später selbst vor, und Er behauptet in seiner Optik („Opticks." London. 1704. 4., die Stelle weiß ich näher nicht anzugeben), daß ein so verbessertes, 6 Fuß langes*** Spie-

ligen Vergleichung des Art. Hohlspiegel, wird also das Beste thun müssen.

* Man könnte mir einwenden, daß ich nur Strahlen von des Gestirns mittelstem und unterstem Puncte, und nicht, wie gewöhnlich, auch vom obersten Puncte betrachte; allein ich würde dadurch die Figur verundeutlicht haben, wogegen sich, wie man leicht einsieht, doch im Wesen der Sache nichts verändert findet.

** Nämlich 1 : to = tang bto : bo, also tang bto, oder, wenn man statt der Tangenten, die kleinen Winkel selbst setzt, Winkel bto = $\frac{bo}{to}$ u. s. w.

* In den rechtwinkligen Dreiecken bto und $\beta t\omega$ sind außerdem bo = $\beta\omega$, und bto = $\beta t\omega$.

** Beim astronomischen Fernrohre (Refractor, s. Fernrohr, S. 440) ist die Vergrößerung ebenfalls = dem Quotienten der Brennweite des Objectivs durch die Brennweite des Oculars; und das Spiegel-Teleskop erscheint daher, wie ich eben vorn mit Verweisung hierher andeute, als ein astronomisches Fernrohr, für welches der Hohlspiegel das Objectiv vertritt. — Man sieht zugleich noch, daß beim Teleskop, wie beim Refractor, durch Anwendung eines Oculars von geringerer Brennweite also eine mehrere Vergrößerung erlangt werden kann.

*** Unter „Länge des Spiegel-Teleskops"

gel-Teleskop der angeführten Art, wenn es sonst gut gearbeitet sey, am Spiegel eine (Fernrohr, S. 442 und hinten) Apertur (Oeffnung) von 6 Zoll vertrage, und nach Maßgabe des angewendeten Oculars 200 bis 300 Mal vergrößere.

Als Newton's Erfindung bekannt wurde, eignete sich der damalige Französische Physiker Cassegrain („Journal des Sçavans" für das nämliche Jahr 1672) die Idee an, indem er mit Benützung eines Vorschlages, welchen schon Gregory (vergl. oben) gemacht hatte, eine andere Construction, wie ich hier darauf zurückkommen wollte, anwendete. Er durchbohrt nämlich den Hohlspiegel in seiner Mitte, und betrachtet das durch den verbleibenden Rand dargestellte Luftbild des Gegenstandes* vermittelst eines, in jene solchergestalt entstehende Oeffnung eingelassenes Ocular. Da die Newtonsche Einrichtung, wie gesagt, den Vorzug behalten hat, so gehe ich auf diese Cassegrain'schen oder Gregory'schen Spiegel-Teleskope nicht weiter ein; der einzige Vortheil, den sie gewähren, daß man, nicht wie beim Newton'schen Teleskope, zur Seite, sondern, wie bei den gewöhnlichen Fernröhren, von hinten hineinsieht, hebt den großen Uebelstand der Durchbohrung des schönsten Theiles des Spiegels nicht auf, und ich thue ihrer daher hier nur der Vollständigkeit wegen Erwähnung.

In dieser Gestalt verblieb die Angelegenheit des „Spiegel-Teleskops" fast ein halbes Jahrhundert, bis John Hadley, der Erfinder des Spiegel-Quadranten, als welchen wir ihn in diesem Artikel kennen gelernt haben, diese schöne Erfindung weiter verfolgte. Er übergab der Londoner Societät im Jahre 1723 ein, unter seiner Aufsicht und Mitwirkung verfertigtes und vortrefflich gelungenes „Newton'sches" Spiegelteleskop, dessen metallner Hohlspiegel nach einem Halbmesser von 10 Fuß $5^1/_4$ Zoll ausgeschliffen war und folglich* $62^5/_8$ Zoll Brennweite (5 Fuß $2^5/_8$ Zoll) hatte.

Bradley und Pound (wir kennen diese beiden englischen Astronomen aus dem Art. Abirrung, S. 10 unseres Werkes), welche dieses Werkzeug gemeinschaftlich untersuchten, statteten einen sehr vortheilhaften Bericht darüber ab. Sie verglichen es mit dem berühmten Fernglase ohne Röhren von Huygens (s. Fernrohr, S. 447), dessen Objectiv 123 Fuß Brennweite hatte, also über $\left(\frac{123}{5} = \right)$ 24 Mal länger war, und fanden, daß es (vergl. oben) ein eben so kurzes Ocular vertrug, damit eben so stark vergrößerte, und eben die Deutlichkeit, wenn auch nicht vollkommen so große Helligkeit gewährte. Dennoch sahen sie dadurch Alles, was jenes Fernrohr zeigte, z. B. die damals entdeckten 5 Trabanten des Saturns, ja diese sogar noch besser, als durch Huygens Instrument, bei welchem der Mangel der Röhren den störenden Einfluß des Seitenlichtes zu sehr begünstigte.

Nach Hadley that sich in Verfertigung guter Spiegel-Teleskope besonders

versteht Newton die Entfernung vom Hohlspiegel bis zum Planspiegel TV unserer Figur, und von da bis zum Bilde $\beta\omega$, also die Brennweite des Hohlspiegels. Ein z. B. „siebenfüßiges Newton'sches Spiegel-Teleskop" ist demnach ein solches, dessen Hohlspiegel, den Planspiegel weggedacht, das Luftbild eines Gestirns in einer Entfernung von 7 Fußen vor sich machen würde.

* Dabei sollte, wie ich im Art. Spiegel angeführt habe, Behufs der Reflexion der Lichtstrahlen, auch ein Convexspiegel in Anwendung kommen; ich habe aber ein, nach diesem Principe wirklich construirtes Spiegel-Teleskop nie zu Gesicht bekommen können.

* So finde ich in meinen Notizen aus den „Philos. Transact." Nr. 376, ohne weitere Erklärung über dieses „folglich." Die „Brennweite" eines sphärischen Hohlspiegels ist aber (s. Katoptrik, S. 876) = dem halben Radius der Kugel; und wenn der Radius also die obigen 10 Fuß $5^1/_4$ Zoll = $125^1/_4$ Zoll betrug, so war die Brennweite (der Abstand des Luftbildes vorwärts vom Spiegel) allerdings = $\frac{125^1/_4}{2} = 62^5/_8$ Zoll.

Short, ein geschickter Schottischer Optiker, hervor, welcher 1734 nach London gezogen war, und in seiner dort etablirten Werkstatt viele solche Instrumente anfertigte; durch einige derselben von nur 15 Zoll Brennweite (Länge) konnte er die Schrift in den oben erwähnten „Transactions" auf 500 Fuß weit lesen und die Saturntrabanten sehen. Zur Masse der Metallspiegel nahm man damals 3 Theile Kupfer und 1¼ Zinn, oder 6 Theile gutes Messing und 1 Theil Zinn, mischte auch wohl beide Compositionen im Verhältnisse von 2 : 1; das Ausschleifen dieser Metallspiegel hat aber seine großen technischen Schwierigkeiten; — und überdieß laufen sie leicht an und sind dann schwer zu reinigen. Ein vortreffliches Material würde die Platina seyn, wenn dieses Metall nicht zu selten und zu strengflüssig wäre.* Man hat daher auch Glasspiegel in Vorschlag gebracht; allein sie bleiben wegen der schon oben eingewendeten doppelten Reflexion immer unschicklich.

Dollond's Erfindung der achromatischen (vergl. d. Art. Achromatisch) Fernröhre raubte den Spiegel-Teleskopen überdieß den ihnen bis dahin beigemessenen Hauptvorzug, als wären sie (vergl. vorn) allein im Stande, farblose Bilder darzustellen, indem die „Achromasie" (wieder Fernrohr, S. 448) nunmehr Dasjenige auch für Refractoren leistete, was Newton, wie gesagt, nur für Reflectoren möglich gehalten hatte; und es schien daher, als wenn sie durch diese achromatischen Fernröhre verdrängt werden würden. Allein in den letzten Decennien des vorigen Jahrhunderts wandte dagegen der große Herschel,** welcher unter den Auspicien Georg III. seine Sternwarte zu Slough (Slow, Dorf bei Windsor) auf das reichste ausstatten konnte, den Spiegel-Teleskopen neuerdings eine große Sorgfalt zu. Durch unablässige Bemühungen hatte dieser ausgezeichnete Künstler und Astronom schon 1780 ein 7füßiges (in der oben definirten Bedeutung, 7 Fuß langes) Newton'sches Teleskop zu Stande gebracht, welches bei Verbindung mit Oculären von hinreichend kurzer Brennweite eine 900fache Vergrößerung vertrug (trotz der Anwendung nur so kleiner Oculare doch noch hinreichende Deutlichkeit und Helligkeit gewährte), und damit am 13. März 1781 den eben erwähnten neuen Planeten Uranus (s. d. Art.) entdeckt. Diesem Instrumente ließ Er ein anderes von 20 Fuß Brennweite und 18¾ Zoll Oeffnung* des großen Spiegels folgen, womit Er eine Menge derjenigen wichtigen Entdeckungen am Himmel machte, von denen wir besonders im Art. Fixsterne Rechenschaft gegeben haben; und hierdurch ermuthigt, schritt Er nun zur Construction seines weltberühmten, gleichfalls im eben genannten Observatorium zu Slough aufgestellten „Riesen-Teleskops" von 40 Fuß Länge (Brennweite) und 5 Fuß Spiegel-Oeffnung, womit Er 1786 zu Stande kam. Die Röhre dieses, auch Newton'schen** Teleskops von der angegebenen Länge der 40 (englischen) Fuß hat eine Oeffnung von nahe 5 Fuß,*** und ist aus Eisen-

* Indeß finde ich in meinen Notizen, daß der Französische Abbé Rochon, ein eifriger Liebhaber der Naturwissenschaften, um die Mitte des vorigen Jahrhunderts ein 6füßiges Teleskop mit einem solchen Platinaspiegel von der herrlichsten Politur zu Stande gebracht habe. — Aber wo ist das Instrument geblieben?

** Nähere biographische Notizen über ihn im Art. Uranus, indem die Entdeckung dieses Planeten bekanntlich ein Hauptverdienst des großen Mannes abgibt.

* D. h. so viel betrug der Durchmesser der polirten Kreisfläche (des polirten Theiles) des großen Spiegels, wogegen dessen unpolirter Rand gleichsam die Blendung (Fernrohr, S. 442) abgibt.

** Es weicht jedoch, wie ich, um einer möglichen Einwendung zu begegnen, noch bevorworte, in einigem Detail der Einrichtung ab, worauf ich aber, da das Princip gleichwohl dasselbe bleibt, hier auch nicht weiter eingehe.

*** Man begreift danach, wie es möglich gewesen ist, daß John Herschel, der Sohn des großen Herschel, im Innern dieser Röhre dasjenige Fest zum Andenken des Vaters hat geben können, von welchem meine Leser jüngst in öffentlichen Blättern gelesen haben.

blechen zusammengesetzt, welche durch Reifen zusammengehalten werden; der Spiegel allein wiegt über 20 Centner, und dennoch ist* dieser optische Riese von Teleskop leicht zu bewegen, so geschickt ist der Mechanismus eingerichtet.

Dieses Werkzeug hält nun zwar, je nachdem man es mit Oculären von kürzerer Brennweite verbindet, erstaunliche Vergrößerungen aus: man hat dieselben bei der Anwendung auf Fixsterne bis auf das 3000fache getrieben; allein für die näheren Himmelskörper: den Mond, die Planeten, überschreitet man aus den, schon in Fernrohr, S. 427, entwickelten Gründen doch nicht gern eine 300malige Vergrößerung; und das „Riesen-Teleskop" hat daher den, von demselben gehegten übertriebenen Erwartungen auch eben so wenig, als die unmäßig langen älteren Refractoren entsprochen, deren Geschichte ich im Art. Fernröhre, S. 446 flgd., vorgetragen habe. Dazu gesellte sich der auch schon oben angedeutete, bei allen Spiegel-Teleskopen hinderliche Umstand des baldigen Anlaufens des polirten Metalls und des Beschlagens durch die kühlen Nachtdünste, welches ein, bei großen Spiegeln doppelt beschwerliches beständiges Reinigen nothwendig macht. Herschel selbst hat daher auch mehr mit dem oben erwähnten bloß 20füßigen Instrumente operirt, und sein Sohn, John Herschel, wendet dasselbe neben den, wie gesagt, jetzt gebräuchlicheren Refractoren ebenfalls vorzugsweise an.

Aller solcher Erfahrungen unerachtet, ist in der neuesten Zeit doch der Versuch gemacht worden, Herschel's Leistungen in dieser Art durch eine noch riesenmäßigere zu übertreffen: der Irländische Graf von Rosse, ein eifriger Liebhaber der Astronomie, hat auf seiner Besitzung Parsonstown in Irland ein Newtonsches Spiegel-Teleskop von 54 Fuß Länge und 6 Fuß Spiegelöffnung (statt der angegebenen Herschel'schen resp. 40 und 5) zu Stande gebracht, von welchem man Anfangs Wunderdinge erzählte (wie auch ich im Art. Mond, S. 165, schwach genug gewesen bin, darauf einzugehen), und dessen Leistungen selbst der Englische Hof-Astronom South sehr lobte. Seitdem habe ich aber Weiteres darüber nicht gefunden, und muß mich daher auf diese bloße Andeutung beschränken, mit welcher ich, da mir ein eigenes (wenigstens neueres)* Werk über „Spiegel-Teleskope" nicht bekannt ist, und ich also der gegebenen Beschreibung und Erklärung und der alsbald eingelegten historischen Notizen besondere literarische nicht weiter hinzufügen kann, zugleich den Artikel beschließe.

Stabilitäts-Problem in der Astronomie; Problema stabilitatis mundi; *Problème de la stabilité du monde.* Die Untersuchung über die Dauer der Welt oder, bestimmter, unseres Planetensystems.

Ich habe diese wichtigste Frage der ganzen Astronomie: ob der Schöpfer Himmels und der Erden diese seine Schöpfung zu einer ewigen Dauer bestimmt, oder Sich aber deren einstige Wiederzerstörung durch ursprünglich hinein gelegte Keime des letztlichen Unterganges („säculare Perturbationen")** vorbehalten habe? —

* Ich sollte sagen „war;" denn so viel ich weiß, wird dieses bewundernswürdige Instrument gegenwärtig nicht weiter benützt; man bedient sich nur noch des kleineren. — Die Refractoren sind überdieß, besonders seit Frauenhofer, zu sehr vervollkommnet, um nicht die Reflectoren wenigstens meistens zu verdrängen.

* Eines älteren solchen Werkes: „Beschreibung eines Teleskops." Von Schrader (einem Gehülfen des uns bekannten Lilienthaler Astronomen Schröter). Hamburg. 1794., finde ich zwar in meinen Notizen erwähnt; ich habe dasselbe aber nicht mehr auftreiben können, und muß mich also hier mit der bloßen Erwähnung begnügen.

** Ich hebe diesen Bezug der „säcularen Perturbationen" zu der uns beschäftigenden Frage sogleich hervor, da derselbe den nothwendigen Ausgangspunct auch der nachfolgenden Betrachtungen des hehren Gegenstandes abgibt; und ich empfehle den Lesern daher, außer den schon im Texte namhaft gemachten Artikeln, auch noch die Vergleichung des besondern

zwar schon in den Artikeln Himmels-Mechanik, S. 776 flgd., und Perturbationen, S. 298 flgd., discutirt, mich aber dabei alsogleich auf den erhabensten, rein teleologischen Standpunct erhoben, und darüber das eigentlich Wissenschaftliche der Betrachtung vielleicht zu sehr vernachläßigt. Diese Lücke findet sich mittelst der nachstehenden Erörterungen des hehren Gegenstandes, deren handschriftliche Mittheilung ich dem uns schon bekannten wackern Astronomen Dr. Wilhelm Lehmann (sonst Pastor zu Derwitz bei Potsdam, jetzt privatisirend zu Berlin) verdanke, so vortrefflich ausgefüllt, daß ich mein Werk durch die uneingeschränkte Aufnahme zu zieren, und die Leser durch Einweihung in eine so tiefsinnige und gleichwohl so gemeinfaßliche Arbeit zum besondern Danke zu verpflichten hoffen darf, wobei selbst die eigenthümliche Rücksicht, welche den Geistlichen beim Vortrage leitet, nicht ohne Anerkennung bleiben wird.

„Der analytische Calcül," so drückt sich aber unser nunmehriger Führer auf diesem Gebiete aus, „indem er nur das große Newton'sche Grundgesetz der Gravitation in allen seinen möglichen Anwendungen entwickelt, ist nach dem treffenden Ausspruch des unvergleichlichen Laplace eben so sehr eine unerschöpfliche Quelle von Entdeckungen geworden, als die Beobachtung.

Diesen Gedanken müssen wir vorzüglich geltend machen, wenn wir die grenzenlose Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der Schicksale des Weltsystems in Einen großen Ueberblick zusammenfassen wollen, wie es zu einer vollständigen Theorie der Säcular-Ungleichheiten der Planetenbahnen unabweislich nothwendig ist. Es ist dem Menschen ein göttlicher Funke in der Brust angezündet, welcher bei dem, der nicht in der Sinnlichkeit versunken ist, durch den Anblick der Wunder der Schöpfung zur hellen Flamme angefacht wird; eine unwiderstehliche Sehnsucht treibt ihn, seine Forschungen, so weit es in menschlicher Kraft steht, in die Ewigkeit, nach beiden Seiten hin, in die Vergangenheit und Zukunft, auszudehnen. Unmöglich können sich daher die Bedürfnisse der Astronomie auf den kurzen Zeitraum von 1000 oder 1200 Jahren einschränken, wenn gleich es nach unserer jetzigen Wissenschaft unthunlich seyn möchte, so specielle Begebenheiten, wie Sonnen- und Mondfinsternisse, Durchgänge der Planeten durch die Sonne, Bedeckungen der Planeten vom Monde und der Planeten unter einander, auf einen viel längeren Zeitraum vor- und rückwärts mit einiger Schärfe zu berechnen. Aber hat es denn die Sternkunde nur mit exacten Vorausankündigungen zu thun? Sind solche Zeitbestimmungen des Standes der Himmelskörper, welche mit einer Ungewißheit von einem ganzen Tage und darüber behaftet sind, ohne alles Interesse? Greifen sie nicht vielmehr tief in alle Angelegenheiten des Volkslebens ein? Denn die Zeitrechnung darf doch nicht ein Privilegium einzelner Gelehrter, sondern muß ein Eigenthum des ganzen Volkes seyn, und die Erfahrung hat zur Genüge gelehrt, daß nur diejenige Ordnung der Schaltjahre und Hauptfeste zum Heile der christlichen Völker und zur dauernden Einigkeit führt, welche nicht sowohl in jedem einzelnen Jahre haarscharf den wahren Nachtgleichen- und Vollmondstagen entspricht, als vielmehr sich denselben nur im Ganzen anschließt (mit gestatteter Abweichung von einem oder ein paar Tagen, doch so, daß der Fehler sich nicht continuirlich anhäuft), und dabei eine möglichst einfache, auch von dem gemeinen Manne und namentlich von der der Mathematik entfremdeten Geistlichkeit leicht zu handhabende, sogenannte cyklische Regel befolgt. In dieser Hinsicht muß uns, mit Beiseitsetzung der übrigen Planeten, eine Rechnung willkommen seyn, welche wenigstens den scheinbaren Lauf der Sonne und des Mondes und das harmonische Ineinandergreifen dieser beiden Bewegungen, wie es sich in dem sogenannten synodischen Monat (der Zeit von einem Vollmond bis zum andern) kund gibt, auf so lange Zeit als möglich im Voraus entwickelt, so daß die dabei zurückbleibende Ungewißheit der Bestimmung der Nachtgleichen und Vollmonde weni-

Vortrages über „Säculare Aenderungen," welcher Ihre Ansicht fixiren helfen wird.

ger als einen ganzen Tag beträgt. Ja, die christliche Kirche, eine göttliche Stiftung zur Beseligung aller menschlichen Dinge für Zeit und Ewigkeit, welche auch die Pforten der Hölle nicht werden überwältigen können, darf es von der Wissenschaft gewissermaßen als eine schuldige Pflicht fordern, der gesammten christlichen Welt mit größter Sorgfalt den gegenwärtigen Zustand aller unserer Kenntnisse des Sonnen- und Mondlaufs vor die Augen zu legen, um danach einen unveränderlichen Canon der Schaltjahre und Osterfeste auf eine möglichst entfernte Zukunft zu entwerfen, welcher den Vortheil der möglichsten Einfachheit und des möglichst engen Anschließens an die bisherige geheiligte Observanz mit dem Vortheil des möglichst genauen Anschlusses an den Himmel vereinigt. So bedenken wir einmal: Eine cyklische Zeitrechnung setzt voraus, daß die mittleren Bewegungen der Sonne und des Mondes unter allen wechselnden Ungleichheiten oder sogenannten Störungen sich gleich bleiben, daß die Störungen sich unaufhörlich unter einander compensiren, und die Weltkörper dadurch in einer gewissen ehrerbietigen Entfernung von einander erhalten und verhindert werden, durch ihre zu große Nähe einander zu schaden, oder wohl gar gewaltsam zusammenzustoßen und sich gegenseitig zu zertrümmern. Ist diese Voraussetzung nun etwa eine blinde? Wie, wenn sie es wäre? Würden da nicht die menschlichen Geschäfte, und namentlich die ökonomischen, an deren Regelmäßigkeit wir nun einmal so gewöhnt sind, daß wir fast darauf trotzen und meinen, sie verstehe sich von selbst, endlich in die größte Unordnung gerathen? So laßt uns denn diejenigen Fragen in einen kurzen Ueberblick zusammenstellen, welche man, als eigentliche Lebensfragen unseres Sonnensystems, vorzugsweise mit dem Namen des Stabilitäts-Problems bezeichnet. Wir werden dabei die Ordnung der Säcular-Ungleichheiten der einzelnen Elemente der Planetenbahnen zum Grunde legen.

1) Wenn die Linie der Apsiden jeder Planetenbahn sich jetzt nur mit großer Langsamkeit zwischen den Fixsternen fortbewegt, wird diese Bewegung in alle Ewigkeit mit derselben Langsamkeit vor sich gehen? Oder wird vielmehr eine Zeit kommen, wo z. B. die Apsidenlinie der Erdbahn innerhalb eines Jahres um einen sehr beträchtlichen Winkel fortrückt, so daß man diese Bewegung nicht mehr mit dem Namen einer Säcular-Ungleichheit bezeichnen kann, — daß, wie von jetzt an noch mehrere Jahrhunderte hindurch, die größte Nähe der Erde bei der Sonne allemal in den Winter der nördlichen Halbkugel fällt, dereinst innerhalb eines einzigen Jahres die größte Nähe der Erde bei der Sonne zweimal eintreten wird, einmal in unserem Sommer und einmal in unserem Winter? Das würde eine merklich andere Vertheilung der Jahreszeiten geben als jetzt, da schon jetzt auf der nördlichen Halbkugel Frühling und Sommer zusammen 8 Tage länger währen, als Herbst und Winter, und auf der südlichen Halbkugel umgekehrt. Doch das wäre nur die geringste Unordnung der irdischen Haushaltung, so lange die Excentricität der Erdbahn so unbedeutend bleibt als jetzt, wo die größte Entfernung der Erde von der Sonne die kleinste kaum um den 30sten Theil übertrifft. Wichtiger ist daher

2) die Frage hinsichtlich der Excentricität. Wenn dieselbe bei manchen Planetenbahnen ab- und bei den übrigen zunimmt, wird diese Zunahme einst alle Grenzen überschreiten? Werden auf diese Art die Planeten in einen kometarischen Zustand übergehen? Ja, wird die Ellipse sich endlich völlig in eine Parabel oder wohl gar in eine Hyperbel verwandeln, und dadurch der Planet der Sonne entrissen und in den unendlichen Raum hinaus nach anderen Fixsternen zu geschleudert werden? Steht dieses Schicksal insbesondere unserer Erde bevor? Denn es ist keineswegs sich selbst widersprechend, sondern scheint vielmehr eine Analogie der Erfahrung für sich zu haben, da wir ja wissen, daß der berühmte Komet von 1770 während der wenigen Wochen seiner damaligen Sichtbarkeit nach Lexell's untrüglicher Rechnung eine Ellipse um die Sonne mit 5½jähriger Umlaufszeit beschrieb, und dennoch weder vor-, noch nachher gesehen wurde, und dadurch den Astronomen ein Räthsel aufgab, das erst durch La-

place gelöst wurde, welcher durch Rechnung herausbrachte, daß dieser Komet in den Jahren 1767 und 1779 dem Jupiter äußerst nahe kam, ja zwischen den Trabanten desselben durchging, so daß man nicht mehr die Sonne, sondern nur den Jupiter als prädominirenden Centralkörper dieses Kometen ansehen konnte. Diese Rechnung bewies, daß dieser Komet zweimal in den wenigen Monaten seiner großen Nähe beim Jupiter, als ein vorübergehender Trabant desselben, eine Hyperbel um den Jupiter beschrieb, während in der übrigen Zeit (vor, zwischen und nach diesen beiden außerordentlichen Annäherungen) die Sonne der prädominirende Körper war und den Kometen zwang, in drei verschiedenen Ellipsen (von 50, 5½ und 20 Jahren Umlaufszeit) um die Sonne zu laufen. Es fragt sich hiernach: Ist es mit der Stabilität der Bahnen der 7 Hauptplaneten (Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus*) und ihrer Trabanten überhaupt so schlecht bestellt, als mit der Stabilität der Kometen, oder sind die ersteren vielmehr zu einer größeren Beständigkeit des Umlaufs und zu einer auf Millionen von Jahren oder gar in alle Ewigkeit fortdauernden unveränderlichen Entwickelung organischer, lebender Geschlechter geschaffen? Mit andern Worten: Können 2 Hauptplaneten einander so nahe kommen, als der genannte Komet in den beiden angeführten Epochen dem Jupiter kam, daß dadurch die Elemente beider Planetenbahnen mit außerordentlicher Schnelligkeit total verändert werden? Kann insbesondere unsere Erde einem der nächstbenachbarten Planeten, Venus und Mars, so nahe kommen? Kann diese Nähe gar bis auf ein gewaltsames Zusammenstoßen gehen? Die Möglichkeit ist allerdings da, sobald die Excentricitäten zweier Planetenbahnen sich so stark vermehren, daß der perihelische Abstand des oberen Planeten von der Sonne dem aphelischen Abstand des unteren gleichkommt; es fragt sich also: Wird die Excentricität irgend einer Hauptplanetenbahn in Folge der durch die Anziehung der üb gen Planeten bewirkten Störung sich endlich so stark vermehren? Im bejahenden Falle würden schon mehrere Jahrhunderte vor dem wirklichen Zusammenstoßen die Jahreszeiten und Witterungen in die äußerste Unordnung gerathen. Selbst wenn zwei andere Planeten, z. B. Merkur und Venus, mit einander zusammenstießen, würde daraus auch für unsere Erde und für die übrigen Planeten eine so wesentliche Aenderung eintreten, daß alle astronomische Rechnung über diese Zeit hinaus aufhört, weil durch Einen solchen Stoß die Stetigkeit der Secular-Ungleichheiten aller Planetenbahnen aufgehoben wird, indem namentlich die linearische Geschwindigkeit der zusammenstoßenden Planeten und folglich auch ihre Umlaufszeit plötzlich eine merkliche Aenderung leidet. (Das Zusammenstoßen eines Kometen mit einem Planeten scheint nicht von derselben Bedeutung zu seyn, da uns die Unmerklichkeit der Wirkung des Kometen von 1770 auf die Erde und auf die Jupiters-Trabanten von der außerordentlich lockeren und nebelähnlichen Beschaffenheit der Kometen überzeugt hat). — Und endlich, wenn sich aus Bessels neuesten gründlichen Untersuchungen ergibt, daß im Jahre 1800 die Excentricität der Erdbahn nur 0,0167922585 betrug, und sich in 100 Jahren um 0,00004359 vermindert, wird diese Verminderung immer so progressiv fortgehen, und dadurch endlich die Erdbahn in die völlige Kreisgestalt übergehen? Und wenn sie darein übergegangen ist, wird sie darin immer beharren, oder späterhin wiederum excentrisch werden, und wird diese Excentricität dann über alle Grenzen hinaus wachsen? Oder sind vielmehr den Excentricitäten aller Planetenbahnen bestimmte Grenzen vorgeschrieben, welche sie in alle Ewigkeit nicht überschreiten können? Und welches sind diese Grenzen? — Die neuentdeckten kleinen Planeten, Vesta, Juno, Ceres, Pallas, müssen gleich von vorn herein von dieser Stabilität ausgeschlossen werden, da ihre Bahnen so liegen, daß diese Körperchen einander sehr nahe kommen können, daher sie sich überhaupt der Natur der Kometen nähern, worauf auch die Geringfügigkeit ihrer Masse hindeutet, die bei allen

* Der Neptun (vergl. den Art. Planeten) war zu der Zeit, als dieser Aufsatz geschrieben wurde, noch nicht entdeckt.

Störungsrechnungen noch immer, ohne den Beobachtungen zu widersprechen, = 0 gesetzt werden konnte.

3) Wenn die Knotenlinien der Planetenbahnen in Beziehung auf eine feste Ebene, desgleichen die Knotenlinien der Planetenbahnen unter einander, sich jetzt nur mit großer Langsamkeit zwischen den Fixsternen bewegen, wird diese Bewegung immer so langsam seyn? Wird namentlich die Durchschnittslinie der Ebene der Ekliptik mit der des Erdäquators (die Linie der Nachtgleichen) immer so langsam zwischen den Fixsternen zurückweichen als jetzt? (Wir müssen eine doppelte Präcession unterscheiden, die durch Veränderung der Lage der Ebene des Erdäquators, und die durch Veränderung der Lage der Ebene der Ekliptik; beide Aenderungen zusammen bilden erst die vollständige oder allgemeine Präcession, wonach das tropische Jahr, d. h. die Dauer von einem Frühlingsanfang bis zum andern, 20 Minuten kürzer ist als das siderische Jahr oder die Rückkehr der Sonne zu demselben Fixstern). Und da die von Laplace angestellte Rechnung (nicht auf die ehemaligen, sehr unvollkommenen Beobachtungen, sondern auf die Theorie der Gravitation gegründet) unwidersprechlich beweist, daß das jetzige tropische Jahr 10 Secunden kürzer ist, als das zu Hipparch's Zeiten (im zweiten Jahrhundert vor Christus), wird diese Verkürzung immer so progressiv fortgehen? Und werden wir daher einst genöthigt seyn, statt der Gemeinjahre von 365 Tagen und Schaltjahre von 366 Tagen Gemeinjahre von 364 und Schaltjahre von 365 Tagen zu zählen, u. s. w.? (Es ist klar, daß damit der gewohnten Ordnung des Säens und Erntens und aller physischen und politischen Einrichtungen ein endliches Ziel gesetzt wäre).

4) Wenn die Neigungen der Planetenbahnen gegen eine feste Ebene und gegen einander langsamen Aenderungen unterworfen sind, wohin werden diese zuletzt führen? Werden diese Neigungen endlich alle Grenzen übersteigen, und bei dem einen oder anderen Planeten bis auf 90° gehen, oder gar (nach Art der überhangenden Felsen) auf mehr als 90°, d. h. so, daß die Bewegung um die Sonne, statt von Abend gegen Morgen, nun von Morgen gegen Abend geht? Werden also auch in dieser Beziehung die Planeten die Natur der Kometen annehmen, deren Bahnen bekanntlich unter allen möglichen Winkeln gegen die jetzigen Planetenbahnen und gegen einander geneigt, bald rechtläufig, bald rückgängig sind? Wird insbesondere die Neigung der Erdbahn gegen den Erdäquator, welche jetzt 23½° beträgt, und den Beobachtungen zufolge in 100 Jahren um 45 bis 46″ abnimmt, unaufhörlich abnehmen, und wird endlich die Ekliptik mit dem Aequator zusammenfallen und dadurch einen beständigen Frühling* herbeiführen? Und wenn es dahin gekommen ist, wird es dabei verbleiben, oder wird nicht aufs Neue eine, beständig zunehmende Schiefe der Ekliptik eintreten, die endlich auf 90° geht? Ist etwa in früheren Jahrtausenden eine viel größere Schiefe der Ekliptik gewesen als jetzt (nach einer alten, aber sehr ungewissen indischen Sage wird sie auf mehr als 25° gesetzt), und erklären sich daraus die Elephantenknochen und Palmbäume, die man in der kalten Zone vergraben findet? (Man merke wohl, daß eine größere Schiefe der Ekliptik für die vom Aequator entfernteren Erdgegenden eben sowohl einen heißeren Sommer als einen strengeren Winter hervorbringt, welcher letztere denn doch weder Elephanten, noch Palmen beherbergen kann; daher das Kindische dieser Erklärungsweise). Oder sind vielmehr den Neigungen der Planetenbahnen gegen eine feste Ebene und gegen einander, desgleichen der Neigung des Erdäquators gegen die Ekliptik, enge Grenzen vorgeschrieben, welche sie nie überschreiten können? Und welches sind diese Grenzen?

5) Wenn die bisherigen Beobachtungen nicht hinreichen, zu entscheiden, ob die mittleren Entfernungen der Planeten von der Sonne und die davon

* So pflegt man zu sagen; warum aber nicht: beständigen Herbst? Das Ausbleiben des Sommers würde unter unserer geographischen Breite die Früchte an ihrer Zeitigung hindern, und dadurch eine klägliche Oekonomie veranlassen.

abhängigen *siderischen Umlaufszeiten* im Laufe der Jahrtausende progressiv ab- oder zunehmen, so hat die *Theorie der Gravitation* diese Sache zu untersuchen. Begreiflicherweise ist die Antwort auf diese Frage von der höchsten Wichtigkeit für die Stabilität, zumal für unsere Erde, insofern einestheils eine bedeutende Veränderung der siderischen Jahreslänge auch eine bedeutende Veränderung der Länge des die Witterung und das Gedeihen der gesammten organischen Natur bedingenden *tropischen* Jahrs nach sich zieht, anderntheils aber eine *beträchtliche Annäherung* der Erde an die Sonne oder eine *beträchtlich weitere Entfernung* von derselben eine über alle unsere Vorstellungen hinausgehende Zunahme der Hitze oder Kälte, und somit wiederum ein Aufhören des uns bekannten organischen Lebens zur Folge haben würde. Dazu kommt noch, daß, wenn z. B. die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne beständig ab- und die der Venus beständig zunähme, die Gefahr des Zusammenstoßens beider Planeten eben so groß wird, als bei der beständigen Zunahme der *Excentricität* beider Bahnen.

6) Ein sechstes Element ist noch die Bestimmung des von der Sonne aus gesehenen (heliocentrischen) Orts des Planeten zwischen den Fixsternen für eine feste *Epoche*, z. B. für den Anfang des Jahrs 1500. Bewegt sich der Planet mit der Zeit *immer schneller*, so läßt sich diese Beschleunigung unter gewissen Umständen (nämlich wenn dabei die mittlere Entfernung des Planeten von der Sonne sich nicht ändert) so ansehen, als wenn die zur Rechnung anzuwendende (und nach dem dritten *Kepler*'schen Gesetz unmittelbar aus der mittleren Entfernung des Planeten von der Sonne zu berechnende) Umlaufszeit unverändert bliebe, und dagegen der heliocentrische Ort (die heliocentrische *Länge* des Planeten in seiner Bahn) für die Epoche 1500, aus den Beobachtungen des Jahrs 1700 vermittelst jener unveränderlichen Umlaufszeit rückwärts berechnet, *östlicher* liegt, als der heliocentrische Ort für die Epoche 1500, aus den Beobachtungen des Jahrs 1600 vermittelst jener unveränderlichen Umlaufszeit rückwärts berechnet, — und so für die folgenden Jahrhunderte *immer mehr* östlich. Oder bewegt sich der Planet mit der Zeit *immer langsamer*, so läßt sich diese Verzögerung (wenn dabei die mittlere Entfernung des Planeten von der Sonne unverändert bleibt) so ansehen, als wenn der heliocentrische Ort für die Epoche 1500, aus den Beobachtungen des Jahrs 1700 vermittelst jener unveränderlichen Umlaufszeit rückwärts berechnet, *westlicher* liegt, als der heliocentrische Ort für die Epoche 1500, aus den Beobachtungen des Jahrs 1600 vermittelst jener unveränderlichen Umlaufszeit rückwärts berechnet, und so für die folgenden Jahrhunderte *immer mehr* westlich. Ob nun eine solche *Säcular-Ungleichheit der Länge der Epoche* statt findet oder nicht, ließ sich aus den unmittelbaren Beobachtungen schwer entscheiden; daher konnte auch *diese* Sache nur vermittelst der Theorie der Gravitation ermittelt werden. Wenn gleich nun *diese* Säcular-Ungleichheit für die Stabilität auf den ersten Blick von der geringsten Bedeutung zu seyn scheint, so müssen wir doch bedenken, daß aus dieser Erscheinung unter gewissen Umständen scheinbar eine fortwährende Beschleunigung oder Verzögerung der mittleren Bewegung des betreffenden Planeten oder Trabanten hervorgehen kann, welche zu Bedenklichkeiten Veranlassung gibt. Hierhin gehört die höchst merkwürdige säculare Beschleunigung *unseres Mondes*. Sie hat im vorigen Jahrhundert angefangen, sich den so sehr vervollkommneten Beobachtungen zu offenbaren. So lange diese noch nicht so haarscharf waren (selbst die *Flamsteed*schen Beobachtungen im Anfang des achtzehnten Jahrhunderts mit eingeschlossen), erhielt man die genaueste Bestimmung des synodischen Monats durch Vergleichung der ältesten uns bekannt gewordenen Mondfinsterniß-Beobachtung (zu *Babylon* im Jahr 721 vor Chr.) mit den neuesten Mondsbeobachtungen, wobei die Ungewißheit einer Viertelstunde in der Bestimmung des Mittels der Finsterniß (oder des Augenblicks des Vollmondes) durch den inzwischen verstrichenen langen Zeitraum von mehr als 30000 synodischen

Monaten so vertheilt wurde, daß man fast die Hundertel-Secunden sicher zu haben meinte. Als aber nach der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts die unvergleichbar viel genaueren Bradley'schen und Maskelyne'schen Beobachtungen der Sternwarte Greenwich hinzukamen, hatte man eine selbstständige Reihe der neuesten, besten Beobachtungen vor sich, aus welchen allein sich der synodische Monat mit derselben Genauigkeit der Hundertel-Secunden, ja noch viel genauer, ergab. Das Resultat war anfangs sehr überraschend: der gegenwärtige Mondumlauf erschien merklich schneller, als der aus Vergleichung der ältesten und neuesten Beobachtungen geschlossene; und wenn man mit der gegenwärtigen mittleren Bewegung des Mondes und mit der gesammten Gravitations-Theorie (d. h. mit Berücksichtigung der durch die Anziehung der Sonne im Laufe des Mondes hervorgebrachten mannigfaltigen Störungen) zurückrechnete, so ergab sich das Mittel der Mondfinsterniß fast 3 Stunden später, als es beobachtet wurde. Dieselbe Abweichung zeigte sich in allmälig abnehmendem Grade, wenn man andere, von Ptolemäus angeführte Sonnen- und Mondfinsternisse des Alterthums, deßgleichen die von den Arabern beobachteten, mit der Theorie verglich. Da kamen mehrere Astronomen ersten Ranges auf den Gedanken einer fremden, von der Gravitation verschiedenen Kraft, welche den Mond beschleunige, und meinten, mit dieser Beschleunigung sey vermöge des dritten Kepler'schen Gesetzes auch eine continuirliche Annäherung des Mondes an die Erde verbunden (was sich bei den in alter Zeit höchst unvollkommenen Bestimmungen der Entfernung des Mondes von der Erde vermittelst der Parallaxe oder des scheinbaren Durchmessers des Mondes, nicht durch directe Beobachtungen ausmachen ließ). Sie fragten daher: Was wird in künftigen Jahrtausenden daraus werden? Wird der Mond endlich auf die Erde herabstürzen? Um diese Zeit trat Laplace auf, welcher die mathematische Analysis in ihrer Anwendung auf die Himmels-Mechanik auf eine bis dahin nicht geahnte Stufe der Vollkommenheit erhob; er bemerkte zuerst, daß man in der Bestimmung der durch die Sonne hervorgebrachten Störungen des Mondes übersehen hatte, auf die Veränderungen der Excentricität der Erdbahn Rücksicht zu nehmen, und erklärte daraus auf eine sehr einfache Art die bis dahin so räthselhafte säculare Beschleunigung des Mondes, ohne daß es nöthig war, eine fremde Kraft zu Hülfe zu nehmen; auch bewies er zugleich, daß mit dieser Beschleunigung (welche in eine Verzögerung übergeht, sobald aus der Verminderung der Excentricität der Erdbahn eine Vermehrung derselben wird) keine Veränderung der mittleren Entfernung des Mondes von der Erde verbunden ist, und stellte jene Beschleunigung als eine Säcular-Aenderung der Länge der Epoche dar. Die Frage nun, was endlich daraus werde, hangt, wie man sieht, aufs Engste mit der Frage nach der Stabilität der Erdbahn in Beziehung auf ihre Excentricität zusammen; erreicht diese einst ihr Minimum, oder geht die Erdbahn gar in die völlige Kreisgestalt über, so hat auch die Umlaufszeit des Mondes ihr Minimum, und wächst wieder, wenn die Excentricität der Erdbahn wächst. Sollte aber einst nach vielen Jahrtausenden die Excentricität der Erdbahn über alle Grenzen hinaus wachsen, so müßte der Mond immer langsamer laufen, und der Gebrauch der Vollmonde zur Bestimmung der christlichen Hauptfeste, namentlich des Osterfestes, müßte eine wesentliche Aenderung erfahren; dasselbe könnte nicht mehr, wie nach dem bisherigen, durch alte Observanz geheiligten Gebrauch, vermittelst des 19jährigen (Meton'schen) Mond-Cyklus berechnet werden, indem dann nicht mehr, wie jetzt, 235 synodische Monate so genau auf den Tag mit 19 tropischen Jahren zusammenfallen würden.

Wir sehen aus dieser Zusammenstellung die Menge und die Wichtigkeit der zu beantwortenden Fragen; nehmen wir hierzu die Complikation der periodischen Störungen des Laufes der Sonne, des Mondes und aller Planeten, so müssen wir sagen: Wenn gleich nichts Einfacheres gedacht werden kann, als das von Newton entdeckte große Grundgesetz der Gravitation, so bleibt doch die

Anwendung desselben in allen Einzelnheiten ein höchst verwickelter Gegenstand des Calküls. Wird aber darum jemand unter uns sagen wie König Alfons von Kastilien: Ich hätte dem höchsten Weltbaumeister bei der Schöpfung eine einfachere Anordnung des Weltsystems vorgeschlagen, wenn er mich zu Rathe gezogen hätte? Gewiß nicht; denn nun ist ja die Verwickelung nicht auf Seiten Gottes bei der Anordnung, sondern auf Seiten der Menschen bei der Berechnung, wegen des beschränkten menschlichen Verstandes. Ich habe indeß Grund zu hoffen, daß die ganze Theorie der Störungen der Hauptplaneten bald ausnehmend werde vereinfacht werden durch die Untersuchungen des berühmten Jacobi, vornämlich durch Anwendung der sogenannten elliptischen Functionen, wonach selbst derjenige Theil der Theorie, an dessen weiterer Vereinfachung ein Hansen verzweifelte (die von demselben so genannte natürliche Convergenz der Störungs-Function), vereinfacht wird. Und auch wenn diese Hoffnung vergeblich wäre, so können wir uns doch trösten, indem wir uns das unendliche göttliche Wesen lebhaft vergegenwärtigen, gegen welches die menschliche Natur in ein Nichts verschwindet, so daß wir von dem durch Jesaias (Cap. 55, Vers 8. 9.) ausgesprochenen Worte des Herrn, das eigentlich sich auf das ewige Seelenheil der Menschen bezieht, eine Anwendung auch auf natürliche Gegenstände machen können: „Meine Gedanken sind nicht eure Gedanken, und eure Wege sind nicht meine Wege; sondern so viel der Himmel höher ist denn die Erde, so sind auch meine Wege höher denn eure Wege, und meine Gedanken denn eure Gedanken."

Was nun die Lösung des „Stabilitäts-Problems" betrifft, so haben die ausgezeichnetsten Geister des vorigen und des gegenwärtigen Jahrhunderts darin schon viel gearbeitet, und noch mehr hat man darüber gesprochen. Aber da der menschliche Geist nur zu sehr geneigt ist, über die von der Erfahrung gesteckten Grenzen hinaus sich auf Flügeln der Phantasie zu sogenannten ewigen Gesetzen zu erheben, so müssen wir erinnern, daß es insbesondere des Astronomen unwürdig ist, von der Allgemeinheit irgend eines Gesetzes des Weltsystems a priori zu sprechen, da ihm zur Prüfung die Mittel der feinsten Beobachtung und der umfassendsten mathematischen Analysis zu Gebote stehen. Man denke sich zwei Menschen, den einen mit frommem, aber blindem Glauben ausgerüstet, welcher im Vertrauen auf die unendliche göttliche Weisheit eine ewige Harmonie oder Stabilität des Weltsystems von vorn herein annimmt als etwas Gottes Würdiges; den andern, einen geborenen Zweifler, welcher sich nur an die Resultate der strengsten wissenschaftlichen Prüfung hält; man denke sich, daß beide, unabhängig von einander, den einmal betretenen Weg verfolgen, daß aber zuletzt die Wege beider zu demselben Ziele führen; wird nicht alsdann die Allmacht und Weisheit Gottes um so herrlicher strahlen? Wird nicht dadurch der Wissenschaft erst ihr rechter Triumph bereitet? Wird nicht auf diese Weise der menschliche Geist das vollkommenste Zeugniß von den ihm verliehenen Anlagen ablegen? Wenn wir die Sache aus diesem Gesichtspuncte betrachten, so müssen wir gestehen, daß noch viel zu erforschen übrig ist, selbst in Beziehung auf das unsern Blicken am nächsten Liegende, die Harmonie des Sonnen- und Mondlaufs. Es fehlt in dieser Beziehung nicht an Deklamationen, welche mehr aus dem Drange der Sehnsucht, als aus der bereits gründlich abgeschlossenen Untersuchung hervorgegangen zu seyn scheinen, selbst bei den ersten Geistern, so daß wir auch einen Laplace nicht ganz ausschließen dürfen, wenn anders die von ihm gebrauchten Ausdrücke, absolute Ewigkeit u. dgl., nicht etwa cum grano salis zu verstehen sind.

„Nach dem Mond rechnet man die Feste," sagt der weise Sirach (Cap. 43, V. 7. 8.): „er ist ein Licht, das abnimmt und wieder zunimmt; er macht den Monat, er wächst und verändert sich wunderbarlich." Diese kurzen Worte enthalten einen tiefen Sinn, nämlich nichts Geringeres als eine Ahnung jener ewigen Harmonie, welche vollständig zu begründen und zu begrenzen erst den neuesten Zeiten vorbehalten war. Denn so sehr es auch schon die edelsten Kräfte des

menschlichen Geistes in Anspruch nahm, aus Beobachtungen die dem gegenwärtigen Zeitalter angehörige mittlere Dauer des tropischen Jahres und des synodischen Monats zu bestimmen, bis endlich Lalande, von Zach und Bessel übereinstimmend ein tropisches Jahr von 365 Tagen 5 Stunden 48′ 48″ fanden, — so dürfen wir doch dabei (und wenn es auch nur auf die Entwerfung eines constanten Schaltjahrsystems ankommt) nicht stehen bleiben, sondern müssen bedenken, daß nur das siderische Jahr nach den scharfsinnigsten analytischen Untersuchungen eines Laplace, Poisson u. s. w. auf Millionen von Jahren (um nicht zu sagen, in Ewigkeit) unveränderlich ist, während das tropische wegen der veränderlichen Präcession im Laufe der Jahrhunderte kleine Schwankungen erleidet, welche sich in sonderbar verschlungenen Perioden von 40000 und mehr Jahren ausgleichen und dadurch ein gewisses mittleres tropisches Jahr, etwas verschieden von dem des gegenwärtigen Zeitalters, herbeiführen, zu welchem alle durch die Anziehung der Sonne, des Mondes und der übrigen Planeten hervorgebrachten Störungen das Erdsphäroid durch einen Zeitraum vieler Jahrtausende immer wieder zurückführen. So gilt also die oben angeführte Bestimmung, 365 T. 5 St. 48′ 48″, streng genommen nur für das vorige und gegenwärtige Jahrhundert. Die darauf begründete Schalt-Regel, aus dem gregorianischen System alle 3600 Jahre einen Tag auszustoßen, wie Delambre am Ende des vorigen Jahrhunderts vorschlug, hat daher in sich selbst keinen Halt; denn wollten wir sie im Jahre 3600 unserer Zeitrechnung zum erstenmale anwenden, so würde unterdessen das gegenwärtige tropische Jahr schon einem merklich kürzeren Platz gemacht haben, nämlich nach Bessel's vorläufiger Bestimmung einem von 365 T. 5 St. 48′ 37″, wonach aus dem gregorianischen System nicht mehr alle 3600 Jahre, sondern alle 2400 Jahre ein Tag ausgestoßen werden müßte. Um also einen Canon der Schaltjahre und Osterfeste auf so lange Zeit als möglich im Voraus zu entwerfen, können wir nicht umhin, die höchst verwickelte Theorie der Präcession und ihrer Säcular-Aenderungen möglichst gründlich zu durchforschen, und daraus die — bisher, meines Wissens, noch in keinem astronomischen Werke, auch in Schubert's theoretischer Astronomie nicht, mit definitiver Gewißheit entwickelte — Bestimmung jenes problematischen mittleren tropischen Sonnenjahrs abzuleiten. Das setzt aber wegen des engen Zusammenhanges auch ein möglichst tiefes Eingehen in die Lösung des gesammten Stabilitäts-Problems für alle 7 Hauptplaneten voraus.

Man hat zur Berechnung der Säcular-Aenderungen aller Elemente der Planetenbahnen zwei Wege eingeschlagen; der eine ist einfacher als der andere, reicht aber nur auf eine beschränktere Anzahl von Jahrhunderten aus, indem 1200 Jahre vor und nach dem Ausgangspuncte der Rechnung (vor und nach der sogenannten Fundamental-Epoche, wozu jetzt noch gewöhnlich der Anfang des Jahrs 1800 gewählt wird) die analytischen Formeln ihre Genauigkeit (ja sogar ihre Convergenz) zu verlieren anfangen, und alle darüber hinaus fortzusetzenden Schlüsse sehr bald unzuverlässig machen. Daß diese Methode dem Bedürfnisse der Kirche nicht genügt, welche ihre Beseligungspläne für alle menschlichen Dinge vielmehr in die Ewigkeit ausdehnt, ist für sich klar. In dieser Hinsicht mußte eine andere, vor etwa 60 Jahren von Lagrange und Laplace eingeleitete Methode willkommener seyn, welche es sich zum Ziel setzte, Formeln für die Säcular-Gleichungen auf eine unbestimmte Anzahl von Jahrhunderten zu entwickeln, wodurch man der Beantwortung der Lebensfrage über die ewige Stabilität oder Nicht-Stabilität möglichst nahe käme. In der That ein großes, aber auch ein belohnendes Feld der menschlichen Untersuchung! Bei der großen Verwickelung der Aufgabe, wohin auch die nur auf einem sehr langsamen Wege zu erhaltende genauere Bestimmung der Massen der einzelnen Planeten gehört (zumal derer, die keine Trabanten haben), konnte es nicht fehlen, daß auch die größten Geister in den zu entwickelnden Formeln gewisse Glieder übersahen, welche anfangs unbedeutend schienen, aber doch durch die Integration (d. h. durch die Sum-

mirung für einen sehr langen Zeitraum von vielen Jahrtausenden) zu einem sehr beträchtlichen Werthe anwachsen konnten und dadurch gewisse, vorher gemachte wichtige Schlüsse gänzlich über den Haufen warfen. Daher konnte man nicht vorsichtig genug zu Werke gehen; daher verzweifelte Laplace bis zu seinem (im Jahr 1827 erfolgten) Tode an der zuverläßigen Bestimmung der Coefficienten der einzelnen Glieder der hieher gehörigen Formeln, um der Ungewißheit gewisser Planetenmassen willen, und begnügte sich mit dem allgemeinen Resultate (wovon er subjectiv eine feste Ueberzeugung zu haben schien), daß alle Glieder der Säcular-Gleichungsformeln nur periodisch seyen, und daß daher im Planetensystem eine ewige Stabilität herrsche, d. h. daß den Excentricitäten und Neigungen aller Planetenbahnen gewisse enge Grenzen vorgeschrieben seyen, welche sie nie überschreiten können. Vornämlich bemühte er sich, dieses Resultat aus der gegenwärtig sehr geringen Excentricität und Neigung aller 7 Hauptplaneten-Bahnen, verbunden mit dem Umstande, daß sämmtliche Umläufe um die Sonne nach einerlei Richtung (von Abend gegen Morgen) geschehen, abzuleiten. Aber in der festen Begründung dieses großen Gedankens, und noch mehr in der numerischen Bestimmung der Coefficienten der Säcular-Gleichungsformeln, konnte man, wie gesagt, nicht Vorsicht genug anwenden, und bedurfte namentlich einer großen Menge Controllen der Rechnung nebst gewissen Kunstgriffen, um dem Irrthum den Faden abzuschneiden, um nicht, so zu sagen, ins Blaue hineinzurechnen. Daher können wir uns nicht wundern, daß eine solche Arbeit nicht auf Einmal und durch die Kräfte Eines Menschen zu Ende geführt wurde, daß erst mehrere fruchtlose Versuche erschienen. Aber

In magnis voluisse sat est, — —

und wir dürfen auch den hieher gehörigen, wenn gleich verunglückten Versuch des verdienstvollen Herrn von Pontécoulant nicht ganz verachten, in dessen **Théorie analytique du système du monde. Tom. III. pag. 389—401,*** welche Arbeit auch durch ihre Fehler zeigte, worauf es ankam, und dadurch den Weg bahnte zur Heraufförderung der Wahrheit aus ihrem tiefen Schachte, die dann endlich in diesen letzten 6 Jahren glänzend ans Tageslicht gebracht wurde durch die ausgezeichnete Arbeit des Herrn Le Verrier in dessen klassischer Doppel-Abhandlung (in der Pariser „Connaissance des tems" für 1839 und 1840) über die Säcular-Aenderungen der Elemente der Bahnen der 7 Hauptplaneten, Mercur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus. Die Resultate dieses Werks sind uns in gewissen Tabellen vor Augen gestellt, die uns tiefere Blicke in das innerste Getriebe der Himmels-Maschine thun lassen, als es bisher einem Sterblichen vergönnt war, die vor unsern Ohren gleichsam die großen Pendelschläge der Natur schlagen lassen, die Pulsschläge des Welt-Organismus, deren jeder einzelne Zehntausende oder Hunderttausende von Jahren zu seiner Vollendung erfordert, — die uns sicherer, als es bisher möglich war, belehren über das langsame Anwachsen und Wiederabnehmen der Excentricitäten und Neigungen der Planetenbahnen, wie auch über die Bewegungen ihrer Apsiden- und Knotenlinien, so wie über die Stabilität des Systems, über die

— — certi denique fines,
Quos ultra citraque nequit consistere

ein jedes der Elemente der einzelnen Bahnen, so daß von diesen Grenzen wieder eine Rückkehr stattfinden muß in den uralten Zustand. Fürwahr, diese Tabellen

* Der junge Eugen Bouvard, welchen Pontécoulant als Gehülfen zur Ausführung numerischer Rechnungen brauchte, hat gegen die auf ihn (auf Eugen B.) gerichteten Angriffe protestirt und gezeigt, daß seine Rechnungen absolut richtig gewesen seyen, und nur die von P. ihm gegebenen Rechnungs-Vorschriften die Irrthümer veranlaßt haben. Daß P. es versäumte, in der Controlle der Resultate auf die gegenwärtigen Elemente der Planetenbahnen Rücksicht zu nehmen, ist freilich etwas stark, verdient aber doch nicht die skandalösen Schmähungen des Herrn Arago.

enthalten eine reiche Fundgrube für die erhabensten Betrachtungen der vergangenen und zukünftigen Schicksale jeder einzelnen Planetenbahn, man möchte sagen für die Ewigkeit; die weitere Ausführung und Anwendung der hier aufgestellten Resultate führt zu unerschöpflichen Entwicklungen, wovon wir, durch die Sehnsucht nach Entwerfung eines auf möglichst viele Jahrtausende unveränderlich ausreichenden Kalender-Systems im Interesse der Kirche angetrieben, versucht haben, nur dasjenige (und zwar nach einer durchgreifenden Revision aller numerischen Resultate) zu benutzen, was diese unsere kleine Erde und den sie begleitenden Mond näher angeht. Diese Arbeit wurde uns durch Le Verrier selbst sehr wesentlich erleichtert, dadurch daß derselbe seinen Formeln gewisse Glieder hinzugefügt hat, wodurch es künftighin möglich wird, die nöthigen Correctionen wegen der inzwischen genauer bestimmten Massen der einzelnen Planeten jedesmal augenblicklich anzubringen, — ein Umstand, welcher bei allen Störungsrechnungen von höchster Wichtigkeit ist. Ja wir können sagen, Le Verrier hat sich selbst übertroffen, indem er in seiner zweiten Abhandlung aufdeckte, daß Alles, was er in der ersten in Uebereinstimmung mit Lagrange und Laplace geschrieben, wie schön auch im vorigen Jahrhundert, doch, aus dem Gesichtspunct der im gegenwärtigen Jahrhundert weiter fortgeschrittenen Analysis betrachtet, nur eine große und süße Täuschung war, weil in den Säcular-Gleichungsformeln die (anfangs unbedeutend scheinenden) mit den dritten Potenzen der Excentricitäten und Neigungen behafteten Glieder vernachlässigt waren, — und indem er diesen Fehler so vollkommen verbesserte, wie es nach unserer bisherigen Kenntniß der Planetenmassen irgend möglich war, und auf diesem Wege die übertriebenen Vorstellungen von der unbedingten und ewigen Stabilität aller 7 Planetenbahnen in die gemäßigte Mitte der unverfälschten, objectiven Wahrheit zurückdrängte. Hiernach werden nun selbst unsere Ansichten des göttlichen Wesens namhaft berichtigt. Wir legen an dasselbe nicht mehr den Maßstab dessen, was wir nach unsern beschränkten menschlichen Vorstellungen für das Vollkommenste halten, sondern dessen, was sich uns nach unzweifelhafter Beobachtung und darauf gegründeter, durchgreifender Rechnung als das objectiv Wahre mit eiserner Nothwendigkeit aufdrängt. Wir werfen alle vorgefaßten Meinungen weg. Gott erscheint uns nun als der Allmächtige, nicht nur insofern er ewig erhalten, sondern auch insofern er zerstören kann, insofern er Leib und Seele verderben mag in die Hölle. Es ist eine Abstufung in der Stabilität der verschiedenen sichtbaren Systeme, und unsere Erde ist in dieser Beziehung nicht unbedingt zum Schauplatz der höchsten Vollkommenheit bestimmt. Es ist eine klassische, zuerst von Le Verrier gemachte und in seiner zweiten Abhandlung entwickelte Entdeckung, daß das System der 7 Hauptplaneten aus 2 wesentlich von einander verschiedenen Partial-Systemen besteht, deren das eine einer unbedingteren Stabilität genießt, als das andere, jenes aus den 3 größten Planeten, Jupiter, Saturn und Uranus, bestehend, und dieses die unvergleichbar viel kleineren, Merkur, Venus, Erde und Mars umfassend (Vesta, Juno, Ceres und Pallas würden hiernach eine dritte, und die Kometen eine vierte Stufe der Vollkommenheit einnehmen). Eine überraschende Bestätigung des entschiedenen Vorzuges, welchen das „Stillleben" aus anderen Gründen, wenigstens ahnungsweise, dem Jupiter vor der Erde gibt.

Schon Lagrange und Laplace machten es klar, daß die Excentricitäten und Neigungen der Merkurs-, Venus-, Erd- und Marsbahn größeren Schwankungen ausgesetzt seyn müssen, als die der Jupiters-, Saturns- und Uranusbahn, weil jene zu der sich gleichbleibenden Summe der Quadrate der Excentricitäten oder Neigungen (wovon jedes Quadrat mit der Masse des betreffenden Planeten und mit der Quadratwurzel aus der mittleren Entfernung des Planeten von der Sonne multiplicirt ist),*

* Lagrange und Laplace bewiesen in der That, daß die Summe der Quadrate der Excentricitäten (oder Neigungen) der Hauptplaneten, jedes Quadrat mit der

wegen der Geringfügigkeit der Merkurs-, Venus-, Erd- und Marsmasse, im Vergleich zur Jupiters-, Saturns- und Uranusmasse, auch unter Voraussetzung sehr großer Excentricitäten und Neigungen nur einen kleinen Theil beitragen. Dennoch boten Laplace, und nach ihm Pontécoulant alle ihre Kräfte auf, den Beweis der ewigen Stabilität auch der Merkurs-, Venus-, Erd- und Marsbahn, wonach diese selbst unter beträchtlichen Schwankungen immer zu einem dauernden Mittelzustand zurückkehren sollten, so bündig als möglich zu führen, wobei sie die versteckteſten Geheimnisse der Algebra, der verwickelten Natur der Wurzeln höherer Gleichungen, heraufbeschworen und sich nicht mit ganz allgemeinen Betrachtungen begnügten, sondern auch unter Berücksichtigung der aus den Beobachtungen hergeleiteten wirklichen, in Zahlen ausgedrückten Elemente der einzelnen Bahnen (der von dem Petersburger Schubert so genannten positiven Gesetze unseres Planeten-Systems, siehe dessen theoretische Astronomie, Theil 3, S. 13. 14.) die fast unübersehbaren numerischen Rechnungen, von den beiden Bouvard unterstützt, durchführten. Aber es fehlte noch immer eine Hauptsache, die Berücksichtigung der mit den dritten Potenzen der Excentricitäten und Neigungen behafteten Glieder, deren Weitläuftigkeit immer von der vollständigen Entwicklung abschreckte (es sind für die Formel der Säcular-Aenderungen jedes einzelnen Elements einer Planetenbahn über 4000 solche Glieder), und die bei oberflächlicher Ansicht für unbedeutend gehalten wurden. Le Verrier hatte zuerst den Muth, diese Schwierigkeit zu überwinden, d. h. nicht sowohl die gedachten Glieder vollständig zu entwickeln (was vielleicht erst nach einigen Jahrhunderten geschehen wird, wenn wir aus fortgesetzten Beobachtungen viel genauere Bestimmungen der Massen der einzelnen Planeten haben werden, als jetzt), als vielmehr sie nur näher in Ueberlegung zu nehmen, und die Berechnung so weit durchzuführen, als für die Entscheidung der Lebensfrage der Stabilität unumgänglich nöthig war. Glücklicherweise kam er dadurch auf diejenige Lösung des Problems, welche uns nach unserer jetzigen Kenntniß der Planetenmassen (kurz gesagt, nach allen bisherigen Beobachtungen) überhaupt zugänglich ist. Unser Wissen ist Stückwerk, und unser Weissagen ist Stückwerk. Aber es gehört wesentlich mit zur menschlichen Weisheit, unter dem Stückwerk das Gewisse von dem Ungewissen scharf zu unterscheiden. Wir können, indem wir die Planetenmassen in Zahlen ausdrücken, deren Einheit die Sonnenmasse ist, bei jeder einzelnen dieser Zahlen gewisse Grenzen angeben, innerhalb deren der noch mögliche Fehler sicherlich eingeschlossen ist; so sagen wir jetzt, die Merkursmasse sey $^1/_{4865751}$ der Sonnenmasse und ungewiß um $^1/_3$ des eben angeführten Bruches, d. h. sie könnte allenfalls auch $^2/_3 \times {}^1/_{4865751}$ oder $^4/_3 \times {}^1/_{4865751}$ der Sonnenmasse betragen. Le Verrier war in dieser Hinsicht sehr vorsichtig, indem er überall die Ungewißheit lieber zu groß als zu klein anschlug. Hieraus ergaben sich ihm nun folgende wichtige Sätze:

1) Die Excentricitäten und Neigungen der Jupiters-, Saturns- und Uranusbahn bleiben stets (wenigstens auf viele Millionen von Jahren) in sehr engen Grenzen eingeschlossen, so daß die Zeichnung dieser Bahnen, oberflächlich angesehen, nie merklich von der Kreisgestalt abweichen wird; deßgleichen bewegen sich ihre Apsiden- und Knotenlinien zwischen den Fixsternen stets nur mit äußerster Langsamkeit; es werden zur Erreichung der Maxima und Minima der Excentricitäten und gegenseitigen Neigungen (welche Maxima und Minima übrigens nicht bei allen Pulsationen gleich sind), deßgleichen zu einem vollständigen Umlauf der Apsiden- und Knotenlinien durch den ganzen Thierkreis oder zum Zusammenfallen je zweier Apsiden- und Knotenlinien, Perioden von 900000, ja von Millionen Jahren erfordert; der Einfluß der mit den dritten Potenzen der Excentricitäten und Neigungen behafteten Glieder in den Säcular-Gleichungs-

Masse und mit der Quadratwurzel der mittleren Entfernung multiplicirt, unverändert bleibt, wenn man die dritten Potenzen der Excentricitäten und Neigungen vernachläßigt.

Formeln ist periodisch und unbedeutend, auch innerhalb der Grenzen der Ungewißheit wegen der noch nicht ganz genau bestimmten Massen dieser drei Planeten eingeschlossen; nur der Einfluß der mit den fünften, siebenten u. s. w. Potenzen der Excentricitäten und Neigungen behafteten Glieder könnte nach vielen Millionen von Jahren merklich werden und späterhin die Excentricitäten und Neigungen über alle Grenzen hinaus wachsen lassen und dadurch die Stabilität gefährden; wenn man hiervon und von der (gleichfalls erst nach Millionen von Jahren merklich werdenden) Anziehung benachbarter Fixsterne auf unser Planetensystem abstrahirt, so genießt das System jener drei größten Planeten einer ewigen Stabilität, einer ewig-regelmäßigen und nur in äußerst geringen Schwankungen eingeschlossenen Abwechselung der Jahreszeiten, und diese drei Körper bleiben stets in so ehrerbietigen Entfernungen von einander, daß zwischen Jupiter und Saturn ewig die große Kluft von 100 Millionen, und zwischen Saturn und Uranus von 200 Millionen Meilen befestigt ist. Nie ist der Beweis dieser Wahrheiten vor Le Verrier so bündig geführt worden.

2) Die Bahnen des Merkur, der Venus, Erde und des Mars genießen nicht derselben unbedingten Stabilität. Unsere bisherige Kenntniß der Planetenmassen reicht zwar nicht hin, die ewige Stabilität dieser vier Bahnen zu widerlegen, aber auch nicht, sie zu beweisen. In dieser Beziehung ist unserer Wißbegierde für jetzt und noch auf lange Zeit ein Zügel angelegt. Ebendaher können wir auch für das Bedürfniß der Kirche kein Kalendersystem für die Ewigkeit entwerfen, sondern müssen zufrieden seyn, wenn es nur auf viele Jahrtausende (nicht auf Millionen von Jahren) ausreicht. Einige in den Formeln für die Säcular-Aenderungen der Merkurs-, Venus-, Erd- und Mars-Elemente vorkommende Glieder mit den dritten Potenzen der Excentricitäten und Neigungen erlangen nämlich durch die Integration einen Werth, über welchen wir, ob er sehr klein oder sehr groß, ja wohl gar unendlich sey, bei der noch stattfindenden, wenn gleich geringen Ungewißheit gewisser Planetenmassen nichts Bestimmtes aussagen können. Sollte nun der Coefficient eines solchen Gliedes so groß seyn, daß er den Coefficienten der mit den ersten Potenzen der Excentricitäten und Neigungen behafteten Glieder gleichkommt oder sie noch übertrifft, so würden die Schlüsse hinsichtlich der ewigen Stabilität, wie sie von Laplace ausgegangen, ihre Bündigkeit verlieren, und die Excentricitäten und Neigungen dereinst über alle Grenzen hinauswachsen; insofern können wir also sagen, daß die Stabilität des von Merkur, Venus, Erde und Mars gebildeten Systems um jener anfangs unbeachteten Glieder der Formeln willen in Gefahr kommt.

Bei diesem Resultat hat Le Verrier seine Untersuchung abgebrochen, indem er den Wunsch hinzufügte, daß die Analytiker durch eine vollständigere Integration ein Mittel finden möchten, diese Schwierigkeit zu heben, welche, wie er sagt, vielleicht nur von der Form der bisher eingeleiteten analytischen Untersuchung herrührt. Ueber eine veränderte Form nun nachzudenken, dazu wurden wir durch das Bedürfniß der Kirche angetrieben, welche, wenn gleich sie darauf verzichten muß, ein Kalendersystem für die Ewigkeit zu entwerfen, sich doch nicht auf den vorhin angeführten Zeitraum von 1000 oder 1200 Jahren der sogenannten Bedürfnisse der Astronomie (ein Ausdruck des Herrn von Pontécoulant) beschränken kann, sondern berechtigt ist, ihre Pläne auf eine so lange Reihe von Jahrtausenden anzulegen, als es nach dem jetzigen Zustande der Sternwissenschaft (namentlich nach unserer gegenwärtigen Kenntniß der Planetenmassen) irgend möglich ist. Es gibt daher offenbar ein gewisses Mittelding zwischen Stabilität und Nicht-Stabilität, das wir die bedingte Stabilität oder Stabilität im engeren Sinne nennen und von ewiger Stabilität unterscheiden können. Den Begriff derselben näher zu bestimmen, dazu dienten uns folgende Betrachtungen.

Le Verrier hat (wie es auch am einfachsten war) die in die Säculargleichungs-Formeln einfließenden Zahlen-Coefficienten so bestimmt, daß diese Formeln, mit Vernachläßigung der drit-

ten Potenzen der Excentricitäten und Neigungen, den aus Beobachtungen bestimmten Elementen aller Planetenbahnen für die Fundamental-Epoche (1. Januar 1800) Genüge thun. Hieraus folgt von selbst, daß die hinzukommenden, mit den dritten Potenzen behafteten Glieder eine solche Form haben müssen, daß sie für die Fundamental-Epoche verschwinden, — daß sie also für die der Fundamental-Epoche zunächst benachbarten Jahrhunderte sehr nahe der Zeit proportional seyn müssen, wenn man die Zeit von der Fundamental-Epoche an rechnet. Die Analysis beweist nun leicht, daß für entferntere Jahrhunderte, wo die Proportionalität mit der Zeit nicht mehr so genau zutrifft, die Abweichung von dieser Proportionalität Glieder erzeugt, welche sehr nahe dem Quadrat der Zeit proportional sind, und weiterhin Glieder dem Cubus der Zeit proportional, u. s. w. Das eben ist die veränderte Form der analytischen Entwickelung, wodurch die bei Le Verrier zurückgebliebene Schwierigkeit theilweise gehoben, wodurch der Begriff der bedingten Stabilität hervorgerufen wird. Dieser Zweck würde aber nicht erreicht, wenn man die Reihe der mit den Potenzen der Zeit behafteten Glieder irgendwo willkürlich abbrechen, wenn man nicht wenigstens eine Ueberlegung über den größtmöglichen Werth anstellen wollte, welchen die Summe der übrigen Glieder haben kann, — um so mehr, als es fast unausführbar gewesen wäre, für jedes Element die oben angeführten mehr als 4000 Glieder vollständig numerisch zu berechnen, daher man sich begnügen mußte, die Maxima der einzelnen Bestandtheile derselben (die sogenannten Ordnungen der einzelnen Glieder) in möglichst compendiöser Uebersicht zusammenzustellen. So brachten wir es durch glückliche Combinationen dahin, an die Stelle der Reihe der mit den Potenzen der Zeit behafteten Glieder jedesmal ein einzelnes Glied zu setzen, von welchem man gewiß seyn konnte, daß es wenigstens nicht kleiner sey, als die vollständige Summe der Reihe der unendlich vielen, mit den Potenzen der Zeit behafteten Glieder, oder, richtiger gesagt, nicht kleiner, als die 4000 mit den dritten Potenzen der Excentricitäten und Neigungen behafteten Glieder, welche in die Reihe der Potenzen der Zeit aufgelöst waren. Das Ergebniß stellte sich höchst einfach heraus: die Zahl, welche bei jedem Element anzeigt, von welcher Ordnung die zur Le Verrier'schen Formel wegen der vernachläßigten dritten, fünften, siebenten u. s. w. Potenzen der Excentricitäten und Neigungen hinzuzufügenden Correctionen sind, wächst, von der Fundamental-Epoche an, der Zeit proportional. Auf diese Art war an die Stelle der unendlich vielen, mit der ersten, zweiten, dritten u. s. w. Potenz der Zeit behafteten Glieder ein einziges, bloß mit der ersten Potenz der Zeit behaftetes Glied getreten, dessen Coefficient (d. h. die mit der ersten Potenz der Zeit multiplicirte Zahl) zwar größer war, als der Coefficient des ursprünglichen mit der ersten Potenz der Zeit behafteten Gliedes, aber so, daß dieser zu große Werth des Coefficienten nicht schadete (denn da es darauf ankam, den Fehler zu schätzen, welcher den Le Verrier'schen Formeln wegen Vernachläßigung der dritten Potenzen der Excentricitäten und Neigungen anhaftete, so war es besser, diesen Fehler zu groß, als ihn zu klein zu schätzen), und zugleich so, daß der Ueberschuß des nunmehrigen, mit der ersten Potenz der Zeit behafteten Gliedes über das ursprüngliche, mit der ersten Potenz der Zeit behaftete Glied wenigstens nicht kleiner war, als die Summe der unendlich vielen, mit der zweiten, dritten u. s. w. Potenz der Zeit behafteten Glieder. Der Coefficient dieses Einen, mit der ersten Potenz der Zeit behafteten Gliedes nun, welches anzeigt, von welcher Ordnung die zur Le Verrier'schen Formel hinzuzufügende Correction für jede gegebene künftige Epoche sey, mußte nun für jedes Element einer Planetenbahn besonders berechnet werden. Daraus wird ferner geschlossen,

„daß wir nach unserer bisherigen Kenntniß der Planetenmassen noch nicht sicher sind, ob das von Merkur, Venus, Erde und Mars gebildete System einer ewigen Stabilität der Excentricitäten und Neigungen genießt, wobei die äußerste Grenze

der Excentricität der Merkurs-Bahn = 0,229,
„ „ „ Venus- „ = 0,09,
„ „ „ Erd- „ = 0,08,
„ „ „ Mars- „ = 0,144

iſt (wie Le Verrier in ſeiner erſten Abhandlung herausgebracht), oder ob dieſe Grenzen in den künftigen Jahrtauſenden nach und nach in

0,229 + 0,0000001508 t*
0,09 + 0,0000000149 t
0,08 + 0,0000000117 t
0,144 + 0,0000000334 t

erweitert werden, und ſo endlich über alle Grenzen hinausgehen."

In letzterem Falle eilt das Syſtem (auch wenn die mittleren Entfernungen dieſer vier Planeten von der Sonne unverändert = 0,3871, 0,723, 1,000, 1,524 bleiben) ſeinem endlichen Untergange entgegen, ſo daß wir vor einem Zuſammenſtoße des Merkur mit der Venus nur 1447000 Jahre lang, vor einem Zuſammenſtoße der Venus mit der Erde nur 3200000 Jahre, und vor einem Zuſammenſtoße der Erde mit dem Mars nur 1930000 Jahre ſicher ſind; und dieſe Zeiträume können (da die Rechnung nur eine Schätzung iſt) unter Zuſammenwirkung der ungünſtigſten Umſtände (nämlich wenn von den vernachläßigten Gliedern mehrere faſt zu gleicher Zeit ihr Maximum erreichen und ſich nicht gegenſeitig aufheben),** etwa bis auf 1000000 Jahre oder noch etwas weniger verkürzt werden. Man merke wohl, daß auch im Falle der Nicht-Stabilität hier nur von Möglichkeit des Zuſammenſtoßens die Rede iſt; denn die Wahrſcheinlichkeit deſſelben bleibt auch dann noch, weil zwei Planeten nicht leicht zu gleicher Zeit im Durchſchnittspunct ihrer Bahnen anlangen, faſt eben ſo gering, als die von Olbers berechnete Wahrſcheinlichkeit des Zuſammenſtoßens eines Kometen mit der Erde. (Olbers brachte bekanntlich heraus, daß dieſer Fall im Durchſchnitt nur etwa alle 140000000 Jahre Einmal zu erwarten ſey.)

Aber, wird man ſagen, zur Stabilität gehört doch wohl noch etwas mehr, als daß zwei Planeten nur nicht mit einander zuſammenſtoßen; denn ſchon viele Jahrhunderte vor einer ſolchen furchtbaren Kataſtrophe müßte eine gänzliche Revolution der Jahreszeiten- und Witterungs-Verhältniſſe vor ſich gehen, weil die Bahnen ſehr excentriſch geworden ſind. Hierauf erwiedern wir: Es gibt überhaupt für die Excentricitäten und Neigungen keine ſcharfe Grenze, innerhalb deren ſie eingeſchloſſen bleiben müſſen, um noch als ſehr klein gelten zu können; man kann ſich auch eine Stabilität mit ſehr bedeutenden Schwankungen denken, wofern nur immer eine Rückkehr zu einem beſtimmten mittleren Zuſtande ſtattfindet (etwa ſo, wie wenn ein Pendel bis in die horizontale Lage oder noch darüber hinaus, nur nicht bis in die ſenkrecht nach oben gerichtete Lage, ſchwingt). Wir müſſen daher zum Behuf unſeres zu entwerfenden Kalenders die Stabilitäts-Frage in Beziehung auf die Erdbahn etwas anders ſtellen. Es iſt ein Zeitraum zu beſtimmen, innerhalb deſſen wir ſicher ſeyn können, daß für ein gegebenes Jahr die Ungewißheit des Zeitpuncts der Frühlings-Nachtgleiche wegen der vernachläßigten, mit den höheren Potenzen der Excentricitäten und Neigungen behafteten Glieder weniger als einen ganzen Tag beträgt. Hat man dieſen Zeitraum beſtimmt, ſo weiß man, auf wie viele Zeit im Voraus man die Ordnung der Schaltjahre feſtſtellen könne, ohne fürchten zu dürfen, daß dieſe Anordnung inzwiſchen wieder umgeſtoßen werden müſſe.

* Hier ſoll t die Anzahl der nach dem 1. Januar 1800 verfloſſenen julianiſchen Jahre bedeuten.

** Dieſe ungünſtige Zuſammenwirkung iſt aber nicht von ſo hoher Bedeutung, als es auf den erſten Blick ſcheinen möchte, da von den oben angeführten mehr als 4000 Gliedern zwei oder drei ſo prädominiren, daß alle übrigen dagegen kaum in Betracht kommen.

Diesen Zeitraum können wir den Zeitraum der Stabilität der Erdbahn im engeren Sinne nennen.

Um ihn zu bestimmen, mußte zuerst auf die Veränderungen der Excentricität der Erdbahn und auf die Bewegung ihrer Apsidenlinie Rücksicht genommen werden, wovon die Berechnung des Tages der wahren Frühlingsnachtgleiche (im Gegensatz der mittleren) hauptsächlich abhangt. Hiernach fand sich ein Zeitraum der Stabilität der Erdbahn im engeren Sinne von 736000 Jahren, innerhalb welcher Zeit die Grenze der Excentricität (von Le Verrier auf 0,08 angegeben) sich höchstens etwa bis auf 0,08433 erweitert. Aber jene 736000 Jahre ziehen sich sehr merklich zusammen, wenn man nicht an die siderische, sondern (wie es zum Behuf der Entwerfung des Kalenders und zur Bestimmung der christlichen Hauptfeste erforderlich ist) an die tropische Bewegung der Erde um die Sonne denkt. Denn während die Excentricität und die Lage der Apsidenlinie sich im Laufe der Jahrhunderte ändern, bewegen sich die Aequinoctialpuncte in ihrem Zurückweichen zwischen den Fixsternen mit ungleichförmiger Geschwindigkeit, und eben dadurch ändert sich die tropische Jahreslänge (denn die Aenderungen der Excentricität und der Lage der Apsidenlinie tragen dazu, wie sich deutlich zeigen läßt, nichts bei). Daraus entsteht die sogenannte Säculargleichung der Nachtgleichenpuncte, d. h. die Correction, welche an die für künftige Jahrhunderte vermittelst der gegenwärtigen tropischen Bewegung berechneten scheinbaren Oerter der Weltkörper an der Himmelskugel anzubringen ist, um der ungleichförmigen Präcession zu genügen. Diese Correction hat Delambre in eine (seinen Tafeln des Sonnenlaufs einverleibte) Tafel gebracht, welche aber (weil er bei der Laplace'schen Theorie der Präcession stehen blieb) nur bis 1200 Jahre nach der Fundamental-Epoche, also bis zum Jahr 3000 unserer Zeitrechnung brauchbar ist. Diese Tafel mußte nun nach der Le Verrier'schen Theorie umgeformt, und zugleich eine Ueberlegung angestellt werden, welche Ungewißheit noch wegen der vernachläßigten höheren Potenzen der Excentricitäten und Neigungen übrig blieb, — welches eine durchgreifende Revision der ganzen bisherigen, höchst verwickelten Präcessions-Theorie erforderte, wozu die neueren Arbeiten von Poisson, Pontécoulant, Bessel, Otto Struve und Peters* (die beiden letzteren Männer sind Mitarbeiter an der neuen Pulkowaer Sternwarte) zwar als schätzbare Hülfsmittel dienten, aber doch (weil sie sich nie zum Ziele setzten, auf eine große Anzahl von Jahrtausenden auszureichen) für unsern Zweck nicht genügten. Es gehört eine gewisse Resignation dazu, weitläuftige numerische Rechnungen durchzuführen, deren Resultate am Ende doch nicht zur unmittelbaren Anwendung kommen, sondern nur die Grenzen der übrig bleibenden möglichen Fehler ausdrücken; aber um so größer ist die Belohnung, indem man dadurch eine Sicherheit in der Beurtheilung des Grades der Zuverläßigkeit aller gewonnenen Resultate erhält, die durch nichts anderes ersetzt werden kann.

Auf diese Weise fand sich, daß der übrig bleibende Fehler in der verbesserten Delambre'schen Tafel, welcher zur Zeit der Fundamental-Epoche = 0 ist, in den späteren Jahrhunderten der Zeit proportional wächst, bis endlich nach etwa 37500 Jahren die Ungewißheit des Zeitpuncts der Frühlings-Nachtgleiche sich auf einen ganzen Tag angehäuft hat. Das also ist der Zeitraum der Stabilität der Erdbahn im engeren Sinne, und er wird bis auf etwa 28200 Jahre zusammengedrängt, wenn man berücksichtigt, wie weit auch der Werth der die ersten Potenzen der Excentricitäten und Neigungen enthaltenden Glieder ungewiß ist, wegen der noch Statt findenden Ungewißheit der Massen. Bis zum Jahre 30000 unserer Zeitrechnung kann man also schon jetzt einen Kalender anlegen,

* Ich meine dessen klassisches Werk über die Nutations-Constante, welches in einem scheinbar nur beiläufigen Abschnitt höchst wichtige, bisher unbekannte, analytische Entwicklungen über die Präcession und deren Säcular-Aenderungen enthält.

der, bis dahin sicherlich mit dem wahren Sonnenlauf übereinstimmend, inzwischen nicht wieder umgestoßen zu werden braucht. Und wie überraschend einfach stellt sich derselbe! Das problematische mittlere tropische Sonnenjahr, hier zuerst mit definitiver Gewißheit so aufgestellt, daß es, wenn auch nicht für die Ewigkeit, doch bis zum Jahr 30000 nach Chr. ausreicht, beträgt hiernach 365 T. 5 St. 48′ 41″, ist also nur um 7 Secunden kürzer, als das des gegenwärtigen Jahrhunderts, und tritt zum erstenmal im Jahre 3180 nach Chr. ein. Die gregorianische Einschaltungs-Methode trifft hiernach schon sehr nahe mit dem wahren Sonnenlauf zusammen; sie würde, wenn sie unverbessert bliebe, im Jahre 30000 nach Chr. nur gerade eben so viel und nach derselben Seite hin von der Wahrheit abweichen, als der julianische Kalender zur Zeit der Einführung der gregorianischen Verbesserung abwich, nämlich um 10, höchstens 11 Tage. Um nun diesem Uebelstande bei Zeiten zuvorzukommen, braucht man nur aus dem gregorianischen Kalender im Durchschnitt alle 3000 Jahre einen Schalttag wegzustreichen, also am besten alle 2000 Jahre, mit der Ausnahme, daß der Schalttag alle 6000 Jahre wiederum stehen bleibt, — daß er also aus dem gregorianischen Kalender überhaupt in den Jahren 2000, 4000, 8000, 10000, 14000, 16000, 20000, 22000, 26000, 28000 weggelassen wird. So wenigstens gibt es die einfachste Rechnung, da die Jahre 3000, 9000, 15000, 21000, 27000 ohnehin Gemeinjahre sind und daher mit Weglassung eines Tages nur 364 Tage behalten würden.

Die Zeit, wo der gegenwärtige Kalender der abendländischen Christenheit den ersten Ruck erhält, ist also nicht so gar fern, da wir uns schon mit starken Schritten dem Ende des zweiten christlichen Jahrtausends nähern, da schon jetzt unter uns sicherlich Menschen leben, die den Tod nicht sehen werden, sie hätten denn zuvor Enkel gesehen, dazu bestimmt, dereinst den Anfang des neuen Jahrtausends festlich zu begrüßen. Diese Enkel sind bei Zeiten zu unterrichten, was sie zu thun haben, um die unseligen Streitigkeiten zu vermeiden, welche vor zwei bis drei Jahrhunderten alle geistlichen und weltlichen Angelegenheiten zerfleischten. Sollten nämlich am Schluß des Februars des Jahrs 2000, Partheiungen entstehen, so daß ein Theil der Christenheit beschließt, den Schalttag zu unterdrücken, der andere aber, ihn beizubehalten, so würden von da an in der abendländischen Christenheit zwei Kalender neben einander bestehen, die fortwährend um einen Tag unterschieden sind; die Juristen würden vergebens ihre Termine ausschreiben, und überhaupt der Gang aller öffentlichen Geschäfte die ernstlichsten Störungen erleiden, — der Vorhersagung der Sonnen- und Mondfinsternisse und anderer Himmelserscheinungen nicht zu gedenken. (Man findet schon jetzt in mehreren populären astronomischen Schriften Durchgänge der Venus durch die Sonne für das 21ste Jahrhundert angezeigt; so sind im „Populären astronomischen Handwörterbuch", S. 242, zwei solche Durchgänge auf den 7. Juni 2004 und 5. Juni 2012 gesetzt; diese Zeitangaben verwandeln sich in den 8. Juni 2004 und 6. Juni 2012, wenn man im Jahre 2000 den Schalttag unterdrückt,* — ein Beweis, daß die Frage nach der Ausstoßung oder Beibehaltung des Schalttages im Jahr 2000 schon jetzt ein Interesse hat. Am meisten aber würde die Feier der Kirchenfeste in Unordnung und Zwiespalt gerathen; das Weihnachtsfest nebst den übrigen unbeweglichen Festen würden an verschiedenen Orten an zwei auf einander folgenden Tagen gefeiert werden, die beweglichen Feste aber (mit Einschluß der Advents- und Epiphanias-Sonntage) oft 8 Tage aus einander; ja Ostern und die davon abhängigen Feste würden in demselben Jahre 5 Wochen aus einander fallen, und von der einen Parthei auf den möglichst frühesten, von der andern auf den möglichst spätesten Termin verlegt werden, wenn einmal der alt-gregorianische 20. März (welcher nach dem neu-gregorianischen Kalender der 21ste wird) zugleich Vollmond und Sonnabend seyn sollte. Mit Einem Wort, man würde alle die Auf-

* Man muß' sogar 9. Juni 2004 schreiben, wenn man die Tagesstunden nicht nach astronomischer, sondern nach bürgerlicher Rechnung zählt.

tritte sich wiederholen sehen, welche unmittelbar auf die Einführung der gregorianischen Verbesserung folgten, und denen man sicherlich hätte zuvorkommen können, wenn der Vorschlag zur Verbesserung schon 150 Jahre vor der wirklichen Ausführung ernstlich angeregt worden wäre. Es fragt sich, ob dazu etwa ein Congreß aller europäischen Monarchen erforderlich sey. Ein solcher würde offenbar zu keiner Entscheidung führen, wenn nicht schon vorher eine Uebereinkunft der sachverständigen Gelehrten über den künftigen Modus der Einschaltung stattgefunden hat. Und dazu muß nach meiner unmaßgeblichen Meinung sehr bald geschritten werden, weil der Gegenstand von selbst zur Sprache kommt bei der Anfertigung neuer Tafeln des Sonnen-, Mond- und Planetenlaufs, in welchen bekanntlich allemal eine Rubrik für die mittleren heliocentrischen Längen in künftigen Jahrhunderten, mit ausdrücklicher Datums-Bezeichnung, vorkommt, — welche Tafeln nächstens unausweichlich werden erneuert werden müssen, da die jetzigen schon fast zu sehr vom Himmel abweichen. Hat nun einmal eine solche Uebereinkunft der Sachverständigen stattgefunden, so werden die Monarchen dem Vorschlage unbedenklich folgen. Aber es fragt sich: Welche Parthei wird die römische Curie ergreifen, sammt allen den Christen, welche den Anordnungen derselben unweigerlich Folge leisten zu müssen glauben? Wird irgend ein Papst sich entschließen, eine von seinen Vorgängern ausgegangene oder bestätigte Verordnung für irrig oder mangelhaft zu erklären? Doch auch dieses Bedenken schwindet, wenn wir erwägen, daß überhaupt kein cyklisches Zeitrechnungssystem für die Ewigkeit unverändert bleiben kann, indem die mittleren Umlaufszeiten aller Himmelskörper durch spätere Beobachtungen unaufhörlich, wenn auch nur in immer geringeren Kleinigkeiten, berichtigt werden, und daß namentlich die vom Papst Gregor XIII. geschehene Anordnung in der That alles Mögliche leistete, was man nach dem damaligen Zustande menschlicher Wissenschaft verlangen konnte (zumal, da meines Wissens in dem betreffenden Edicte keine Stelle vorkommt, welche verordnet, daß diese neue Ordnung in Ewigkeit uncorrigirt beibehalten werden solle), — endlich daß das alte System in dem von uns hier vorgeschlagenen neuen als ein integrirender Theil mit enthalten ist, so daß der frühere Gebrauch nicht, wie es zur Zeit der gregorianischen Verbesserung geschah, für irrig erklärt zu werden braucht.

Höchst interessant ist es, dem Erfolge nachzuspüren, welcher sich von der hier vorgeschlagenen Maßregel erwarten läßt, wenn es darauf ankommt, den genauen Anschluß derselben an den wahren Sonnenstand nicht bloß im Ganzen, sondern auch im Einzelnen nachzuweisen. Denn es könnte jemand fragen, ob es, bei der Veränderlichkeit der Länge des tropischen Jahrs und bei den sonderbar verschlungenen Säcular-Ungleichheiten der Excentricität und Apsidenlinie der Erdbahn, nicht rathsam sey, diesen Veränderungen gleichsam auf dem Fuße nachzufolgen, d. h. den Schalttag in einigen Jahrtausenden öfter, in anderen seltener zu unterdrücken. Man könnte sagen, es helfe nichts, das mittlere tropische Jahr bei der Einschaltungsregel zum Grunde zu legen, wenn dadurch etwa die wahre Frühlings-Nachtgleiche, die im jetzigen Zeitalter auf den 20. März fällt, künftig bis in die letzten Tage des Februar zurück, dann vorwärts bis in die ersten Tage des April wandern, und erst im Jahre 30000 wiederum auf den 20. März zurückversetzt werden sollte. Die Sache schien uns wichtig genug, einer durchgreifenden Prüfung unterworfen zu werden. Ist einmal für die Säculargleichungen der Excentricität und Apsidenlinie und Präcession eine Formel gefunden, vermittelst deren man bis zum Jahre 30000 den Stand der Sonne gegen die Aequinoctialpuncte auf eine Ungewißheit von weniger als einem ganzen Tag bestimmen kann, so ist es danach ein Leichtes, sich über die allmälige Fortschreitung des Augenblicks der Nachtgleiche durch alle 30000 Jahre die vollkommenste Kenntniß zu verschaffen, und man kann ein ähnliches Verfahren auch auf den Gang der Solstitien (Augenblicke des Sommers- und Wintersanfangs) übertragen. Das haben wir gethan und gefunden, daß jene Furcht des Zurückweichens der

wahren Nachtgleichtage bis in den Februar oder ihres Vorwärtsrückens bis in den April grundlos war, — daß Frühlingsanfang hiernach nie vor dem 16ten und nie nach dem 24. März, Sommersanfang nie vor dem 15. und nie nach dem 23. Juni, Herbstanfang nie vor dem 15. und nie nach dem 25. September, Wintersanfang nie vor dem 15. und nie nach dem 25. December fällt, — endlich daß der mittlere Termin des ersten Frühlingstages der 21. März ist, gerade wie es das nicäische Concilium festsetzte (welches noch jetzt zur Bestimmung der Feier des Osterfestes maßgebend ist). — Da die Veränderungen der Schiefe der Ekliptik aufs Engste mit den Veränderungen des tropischen Jahrs verbunden sind, so haben wir auch jene für den Zeitraum der Stabilität der Erdbahn im engeren Sinne, mit Rücksicht auf die von den vernachläßigten höheren Potenzen der Excentricitäten und Neigungen herrührende Ungewißheit, möglichst in extenso berechnet und gefunden, daß die Schiefe der Ekliptik sich von der mittleren Schiefe (23° 17′ 16″,08, welche etwa um 10′ geringer ist als die gegenwärtige) kaum um Einen Grad entfrrnt, daß also auch für einen gegebenen Ort auf der Erde und für eine gegebene Tagesstunde eines gegebenen Tages im Jahre die Höhe der Sonne über dem Horizont sich von der mittleren Höhe kaum jemals um einen ganzen Grad, d. i. um den doppelten scheinbaren Durchmesser der Sonne unterscheidet. — Die Excentricität der Erdbahn wird von jetzt bis zum Jahre 26000 beständig abnehmen, wo sie ihren kleinsten Werth 0,00275 erhält, und dann bis zum Jahre 30000 wieder etwas zunehmen. Die Apsidenlinie der Erdbahn bewegt sich zwischen den Fixsternen anfangs sehr langsam und in 1000 Jahren kaum 3° rechtläufig, dann aber immer schneller, und um die Zeit des Minimums der Excentricität am schnellsten, nämlich in 1000 Jahren 18°, und es wird auf diese Weise überhaupt in den 30000 Jahren von Christi Geburt bis zum Jahre 30000 ein Bogen des Thierkreises von 213° zurückgelegt, in Beziehung auf die zurückweichenden Aequinoctialpuncte aber mehr als $1\frac{3}{4}$ ganze Umläufe. Fassen wir nun dieß Alles zusammen, bedenken wir, daß die Monate März, Juni, September, December stets, wie bisher, die Jahreszeitenwechsel bezeichnen werden, ja daß die Anfänge der vier Jahreszeiten sich von ihrem mittleren Datum nie auf mehr als 4, höchstens 5 Tage entfernen, die Sonnenhöhe für einen gegebenen Tag des Jahres und eine gegebene Stunde aber kaum um 2°* von ihrem mittleren Stande abweicht (welches beides man ohne Hülfe künstlicher astronomischer Vorrichtungen kaum, und noch weniger an den Witterungs-Umständen bemerken kann), endlich daß die Entfernung der Erde von der Sonne sich von ihrer mittleren Entfernung nie mehr als um ihren 60sten Theil unterscheiden wird (was sicherlich auf Wärme und Kälte keinen merklichen Einfluß hat): so sieht man, daß die auf die Witterung sich gründenden praktischen Geschäfte bei einer durch 30000 Jahre hindurch unveränderlichen Einschaltungsregel auf keine Weise in Unordnung gerathen können, und so erst faßt man tiefer die Bedeutung des göttlichen Worts: „So lange die Erde stehet, soll nicht aufhören Saame und Ernte, Frost und Hitze, Sommer und Winter, Tag und Nacht.“

Aber wie lange wird die Erde stehen? Diese von den früheren Astronomen wenig beachtete Frage gewinnt jetzt mehr Interesse durch die große Entdeckung unseres Encke, wonach die Planeten sich um die Sonne nicht, wie man sonst annahm, in einem völlig leeren Raum, sondern in einem, wenn gleich äußerst subtilen, widerstehenden Mittel (dem sogenannten Aether) bewegen. Der Encke'sche und Biela'sche Komet waren bisher die einzigen Weltkörper, welche diesen Widerstand durch Verkürzung ihrer Umlaufszeit und durch die davon abhängige Verminderung der mittleren Entfernung von der Sonne direct bewiesen; der Halley'sche Komet, hinsichtlich dessen ich die Meinung hiermit zurücknehme,

* Die Entfernung von der mittleren Sonnenhöhe beträgt allerdings 2°, wenn der Zeitpunct der Herbstnachtgleiche sich von seinem mittleren Datum um 5 Tage entfernt.

als habe sich die Beschleunigung seiner mittleren Bewegung schon durch Vergleichung seiner Erscheinungen in den Jahren 1607, 1682 und 1759 unzweideutig herausgestellt, wird uns über diesen Gegenstand bald gründlicher belehren, wenn seine Störungen durch Jupiter genauer als bisher berechnet, und die Beobachtungen des Jahrs 1835 mit zu Hülfe genommen seyn werden. So viel aber können wir schon fast zweifelsfrei annehmen, daß auch die Planeten, mit Einschluß unserer Erde, dem Einfluß des Aethers unterworfen seyn müssen, der sich nur wegen ihrer unvergleichbar viel größeren Dichtigkeit den bisherigen, 2000jährigen Beobachtungen (von denen die des Alterthums sehr ungenau waren) noch nicht zu erkennen gab. Um dieses Widerstandes willen wird sowohl das siderische, als auch das davon abhangende tropische Jahr immer mehr verkürzt, die Erde kommt der Sonne immer näher und muß nach vielen Millionen von Jahren in dieselbe stürzen. Man mißverstehe diese Worte nicht, als sollte damit gesagt werden, die Erde müsse so lange stehen, bis sie in Folge des Widerstandes des Aethers in die Sonne stürzt (oder mit Venus oder Mars zusammenstößt), da es vielmehr der Allmacht ein Leichtes ist, selbst bei der jetzigen Entfernung der Erde von der Sonne, und bei der jetzigen Jahreslänge und ohne irgend ein Zusammenstoßen mit einem anderen Weltkörper die Elemente vor Hitze (auch ohne Mitwirkung der Sonne) zerschmelzen zu lassen. Den Tag und die Stunde des Gerichts weiß niemand u. s. w. Es kann sich hier nur um Beantwortung der Frage handeln, nach wie viel Zeit wir fürchten können, daß, um der verkürzten Jahreslänge willen, das hier vorgeschlagene Schaltsystem nicht mehr passe. Es läßt sich aus dem Grade der Genauigkeit der einzelnen, der Rechnung zum Grunde gelegten Beobachtungen bestimmen, welch eine Abweichung der scheinbaren Bewegung der Sonne von der ohne Widerstand des Aethers stattfindenden man immer noch als möglich zugeben muß. Die älteren Beobachtungen entscheiden darüber (ungeachtet ihrer Ungenauigkeit) durch ihre Vergleichung mit den neueren Beobachtungen besser, als wenn man nur die letzteren unter sich vergleicht, weil bei jenen der Vortheil des langen Zeitraums obwaltet, der sie von den neueren Beobachtungen trennt. Außerdem hat Laplace durch eine scharfsinnige Analysis gezeigt, daß man über den größtmöglichen Widerstand, den man bei der Bewegung der Erde um die Sonne annehmen darf, durch die ältesten Mond-Beobachtungen besser entscheiden kann, als selbst durch die Sonnen-Beobachtungen, indem er bewies, daß die Wirkung des Widerstandes auf die geocentrische Länge des Mondes 102mal größer seyn müsse, als die Wirkung auf die geocentrische Länge der Sonne. Die Beobachtung der oben angeführten Mondfinsterniß zu Babylon, bei welcher die Bestimmung der Zeit des Vollmondes höchstens um eine Viertelstunde zweifelhaft ist, stimmt innerhalb der Grenzen der ebengenannten Ungewißheit genau mit demjenigen Mondlauf, den man, durch Rückwärtsrechnung von jetzt an, nach den bloßen Gesetzen der Gravitation (natürlich auch mit Rücksicht auf die von der verminderten Excentricität der Erdbahn herrührende säculare Beschleunigung des Mondes) ohne Zuhülferufung eines widerstehenden Mittels findet. Da nun vom Jahr 721 vor Chr. bis jetzt 2566 Jahre verflossen sind, so kann man sagen, daß die Wirkung des Widerstandes auf die geocentrische Länge des Mondes sich in 2566 Jahren höchstens bis auf denjenigen Bogen der Ekliptik angehäuft hat, um welchen der Mond nach seiner synodischen Bewegung in einer Viertelstunde fortrückt. Da nun die synodische Bewegung des Mondes $12^1/_3$mal schneller ist, als die Sonne sich in der Ekliptik bewegt, so haben wir die Eine Viertelstunde mit $12^1/_3$ zu multipliciren und durch 101 zu dividiren, um zu finden, wie viel obiges Schaltsystem um des Widerstandes willen in 2566 Jahren vom Himmel abweichen kann. Diese Abweichung beträgt also nicht mehr als 1 Minute 50 Secunden. Sie häuft sich aber wie das Quadrat der Zeit an, und kommt daher im Jahre 30000 kaum auf $3^1/_2$ Stunden. Der Widerstand des Aethers legt daher dem hier vorgeschlagenen Schaltsystem kein Hinderniß in den Weg.

Nachdem der Mond uns über die Wirkung des Widerstandes auf die scheinbare Sonnenbewegung gründlicher belehrt hat, als die Sonne selbst, tritt die Frage ein, welche chronologische Bedeutung denn dieser Widerstand bei der Bewegung des Mondes habe. Da der, wegen des Widerstandes zufolge der bisherigen Beobachtungen, immer noch mögliche Fehler der Bestimmung des Augenblicks des Vollmondes sich, wie wir gesehen haben, in 2566 Jahren auf eine Viertelstunde anhäuft, so häuft er sich, nach Verhältniß des Quadrats der Zeit wachsend, in 17778 Jahren zu einem halben Tage an, woraus folgt, daß ein cyklisches System, welches jeden Monat mit dem Neumond anfängt, wenigstens bis zum Jahre 19623 unserer Zeitrechnung ohne merkliche Abweichung vom wahren Mondlauf fortgeführt werden könnte, wenn wir nur überzeugt wären, daß es bis dahin, abgesehen von dem Widerstande, in Harmonie mit dem Mondlauf bliebe.

Für die christliche Zeitrechnung hat der Mondlauf weiter keine Bedeutung, als insofern er zur Bestimmung des Osterfestes und der davon abhängigen Sonn- und Festtage dient. Ostern soll, nach der von der Kirchenversammlung zu Nicäa sanctionirten und noch immer geltenden Observanz, am Sonntage nach dem ersten Frühlings-Vollmondstage gefeiert werden, und, wenn dieser Vollmondstag selbst ein Sonntag ist, 8 Tage nachher. Die Vorausberechnung der Nachtgleichen- und Vollmondstage durfte aber dabei keine scharfe astronomische, sondern mußte, der leichteren Handhabung wegen, eine cyklische seyn, in welcher die Vollmonde nach einer festen und einfachen Regel bald 29, bald 30 Tage aus einander lagen; auch blieb man in der Bestimmung des ersten Frühlingstages immer beim 21. März stehen. Eine zweckmäßige cyklische Regel der Vollmonde zu finden, war aber bei den verwickelten Ungleichheiten des Mondlaufs um so schwieriger, als das christliche Abendland lange Zeit von wissenschaftlicher und namentlich von astronomischer Bildung entblößt blieb; daher wurde Ostern bis gegen Ende des achten Jahrhunderts sehr confus und nicht in der ganzen Christenheit übereinstimmend gefeiert, worüber das Genauere in dem mit großem Fleiße und ausgezeichneter Gelehrsamkeit bearbeiteten, klassischen Handbuch der Chronologie von Ideler (Theil 2, S. 200—285) nachzusehen ist. Dann aber drang vom Morgenlande her der 19jährige Mond-Cyklus durch, nach welchem nun die Feier acht Jahrhunderte hindurch in ununterbrochener Folge ohne allen Zwiespalt, bis auf die Zeit der gregorianischen Verbesserung, begangen wurde. Dieser 19jährige Cyklus schreibt seinen ersten Ursprung von dem mehr als 400 Jahre vor Chr. lebenden Athener Meton her, welcher beobachtet hatte, daß, wenn der Vollmond einmal mit dem Frühlingsnachtgleich-Tage zusammenfiel, dieß 19 Jahre nachher, nachdem inzwischen 235 Mondsmonate verflossen waren, auf den Tag genau wieder zutraf. Einige Zeit nachher fand der Athener Callippus eine noch bessere Ausgleichung des Mondlaufs mit dem Sonnenlauf, indem er 4 Metonsche Cirkel zusammenfaßte, und auf 27759 Tage 76 Sonnen-Umläufe und 940 Monds-Monate rechnete. Dieser callippische Cirkel ließ sich daher mit der von den ersten Christen angenommenen Schaltjahrs-Rechnung Julius Cäsar's sehr leicht verschmelzen; aber da nun die Barbarei der mittleren Zeiten eintrat, so blieb man dabei stehen, und achtete weder auf die (schon 150 Jahre vor Chr. gemachten) Bestimmungen Hipparch's über den Sonnen- und Mondlauf (wonach das tropische Jahr auf $365^{37}/_{150}$ Tage, und der synodische Monat auf $29^{399}/_{752}$ Tage gesetzt wurde), noch auf die genauere Bestimmung des Königs Alfons von Kastilien, welcher das tropische Jahr zu 365 T. 5 St. 49′ 12″ annahm, noch auf den (selbst der oberflächlichen Beobachtung sich mit jedem Jahrhundert mehr aufdrängenden) klaren Augenschein, daß die wahre Frühlings-Nachtgleiche sich gegen den dafür cyklisch angenommenen Tag bis auf 10 volle Tage, der wahre Vollmond sich gegen den cyklischen bis auf 3 volle Tage verfrühte, daß also die güldene Zahl (so nannten die Athener, vor Freude über eine so wichtige Entdeckung, die von Meton eingeführte Ordnungszahl der einzelnen Jahre in jedem 19jährigen Cy-

clus) sich durch Altersschwäche in eine bleierne verwandelte. Endlich im 14ten und 15ten Jahrhundert kam man über beides aufs Klare, und im 16ten wurde die gregorianische Verbesserung des Schaltjahrsystems mit einer durchgreifenden Berichtigung der Oster-Regel verbunden. Der 19jährige Cyclus konnte in seiner Form beibehalten werden; nur mußte er, weil alle 400 Jahre 3 Schalttage ausfielen, und überdieß die Vollmonde alle 310 Jahre sich gegen den callippischen Cirkel um einen Tag verfrühten, von Zeit zu Zeit einen Ruck von einem Tage bekommen. Der bequemeren Rechnung wegen schlug der wissenschaftliche Gewährsmann der gregorianischen Verbesserung, der römische Astronom Aloys Lili, vor, diesen Ruck auf die Jahre des Jahrhundertschlusses zu beschränken; er empfahl also, in den nicht durch 400 theilbaren Jahren (wegen Ausfalls des Schalttages) das Datum der cyklischen Vollmonde um einen Tag vorwärts, außerdem aber in den durch 300 theilbaren Jahren die Vollmonde um einen Tag rückwärts zu schieben, — welche beiden Verschiebungen er Sonnen- und Mondgleichung nannte. Diese Vorschläge sind von da an in der römisch-katholischen Kirche, und seit dem Jahre 1776 auch in allen protestantischen Staaten unabänderlich befolgt worden. Lili dehnte aber seine Pläne auch auf eine entferntere Zukunft aus. Abgesehen davon, daß er im Jahre 2000 den Schalttag beibehalten wissen wollte (welchen Umstand wir oben einer wissenschaftlichen Kritik unterworfen haben), ordnete er die Mondgleichungen etwas künstlich an; dieselben sollten in den Jahren 1800, 2100, 2400, 2700, 3000, 3300, 3600 und 3900, also bis dahin alle 300 Jahre, angebracht werden, dann aber erst nach 400 Jahren, also im Jahre 4300, und auf diese Weise sollten immer 7mal 300 und Einmal 400 Jahre mit einander abwechseln, wodurch eine immer wiederkehrende Periode von 2500 Jahren entstände, welche* die Osterfeste alle 300000 Jahre in derselben Ordnung wiederkehren lassen würde. Die vollständigere Ausführung der hieher gehörigen Rechnungen übernahm der römische Jesuit Clavius, ein geborner Deutscher, und als Mathematiker für seine Zeit ausgezeichnet; derselbe entwarf auf eine ziemliche Reihe von Jahrhunderten im Voraus die sogenannten Epakten-Tafeln, vermittelst deren die Osterfeste sich auf eine ziemlich einfache Art berechnen ließen. Glücklicherweise machte Lili bei dieser Anordnung einen kleinen Fehlschuß, indem er das Zurückweichen der Vollmonde um einen Tag mit dem Zurückweichen derselben um $^1/_{30}$ eines synodischen Monats (eine sogenannte Epacten-Einheit) verwechselte; denn dieser Fehler wird durch den zu Lili's Zeit noch übrig gebliebenen kleinen Fehler der Bestimmung des synodischen Monats und durch die ihm unbekannte (erst im 18ten Jahrhundert entdeckte) säculare Beschleunigung des Mondlaufs so compensirt, daß der Lili'sche Canon hinsichtlich der Genauigkeit seiner Anschließung an den wahren Mondlauf sogar noch mehr leistet, als hinsichtlich der Anschließung an den Sonnenlauf.

Es leuchtet jedoch ein, daß, wenn im Jahre 2000 der Schalttag unterdrückt wird, von da ab eine gänzliche Umwälzung der vorausberechneten Epakten-Tafeln erfolgen müsse, und man hat dieß schon als Argument gegen die Ausführbarkeit unseres obigen Vorschlages der Correction des gregorianischen Schaltjahrs-Systems aufgestellt. Diese Schwierigkeit ist indessen besiegt, nicht nur durch Berechnung neuer Epakten-Tafeln, sondern vollständiger Tafeln aller einzelnen Osterfeste bis zum Jahr 10000 nach Chr., welche nächstens werden veröffentlicht werden. Wir haben dabei alles benutzt, was die Astronomie für die Bestimmung des wahren Mondlaufs durch die neuesten, äußerst genauen Beobachtungen und durch die vervollkommnete Gravitations-Theorie geleistet hat. Es hat sich daraus ein cyklisches System ergeben, welches, gegen das Lili'sche gehalten, auf eine überraschende Weise den Vortheil einer genaueren Anschließung an den Himmelslauf mit dem Vortheil einer größeren Einfachheit ver-

* Weil hiernach in 10000 Jahren die Vollmondstage auf ein um 13 Tage späteres Datum, und die Sonntage auf dasselbe Datum fallen.

bindet. Doch, wird man fragen, läßt sich dieses System nicht über das Jahr 10000 hinaus fortsetzen? Etwa bis zum Jahre 30000, bis wie weit das neugregorianische Schaltjahrs-System entworfen ist? Hierauf erwiedern wir: Man kann das Unmögliche nicht möglich machen; die Bewegung des Mondes ist nun einmal ungleichförmiger, als die scheinbare Bewegung der Sonne. Es gibt allerdings höchst wahrscheinlich eine gewisse mittlere Umlaufszeit des Mondes, welche unter allen Säcular-Aenderungen seiner mittleren Bewegung immer wiederkehrt; aber die Periode dieser Säcular-Aenderungen ist so lang (nämlich gleich der Periode der Aenderung der Excentricität der Erdbahn, also 60 bis 70000 Jahre), und dabei die Bewegung des Mondes verhältnißmäßig so schnell, daß, wenn man nicht der Säculargleichung des Mondes durch einen etwa alle 10000 Jahre anzubringenden Ruck des cyklischen Systems gleichsam auf dem Fuße nachfolgen wollte, man in die Gefahr käme, den cyklischen Vollmond endlich auf den Tag des am Himmel sich zeigenden ersten oder letzten Viertels oder gar des Neumondes fallen zu lassen, wodurch die durch das nicäische Concilium geheiligte Regel des Osterfestes augenscheinlich prostituirt wäre. Dazu kommt noch der Widerstand des Aethers, dessen Wirkung auf den Mond uns bis jetzt unbekannt ist; wie oben gezeigt worden, so sind wir, eben wegen dieses unbekannten Widerstandes, nicht einmal bis zum Jahre 20000 sicher, daß der vorausberechnete Vollmondstag mit dem wahren zusammenfallen werde; es ist daher am gerathensten, den Zeitraum von 30000 Jahren in 3 gleiche Theile zu theilen, deren jeder sein besonderes Mondgleichungssystem erhält; vom Jahre 10000 bis 20000 muß die Mondgleichung, wegen der schnelleren Mondbewegung, öfter angebracht werden, als von jetzt bis zum Jahre 10000, und von 20000 bis 30000 noch öfter (weil in diesen Zeitraum das Minimum der Excentricität der Erdbahn, also das Maximum der Geschwindigkeit der Mondbewegung fällt); das Genauere aber darüber zu bestimmen, müssen wir unsern späten Nachkommen überlassen, wenn sie über jenen Widerstand gründlicher belehrt seyn werden, als wir jetzt.

Zur Entwerfung des neuen Systems bedurfte es eines tiefen Eingehens in die Theorie der Säculargleichung des Mondes, wozu die bisherigen Mondtafeln (die nur bis zum Jahre 3000 brauchbar sind) nicht ausreichten. Aber eben dadurch gewann die große Arbeit Le Verrier's eine neue, von demselben nicht ausdrücklich hervorgehobene Wichtigkeit, und wir konnten nicht unterlassen, sie treulich zu benutzen.

Wir wollen uns hier durch den Einwand nicht irre machen lassen, als sey eine so schwierige Untersuchung nicht der Mühe werth, da der Lili'sche Canon doch 3000 Jahre mit dem wahren Sonnen- und Mondlauf genau genug übereinstimme, und daher mehr als hinreichend für das chronologische und religiöse Bedürfniß der christlichen Völker sey, und man überdieß hoffen dürfe, es werde bald in der ganzen Christenheit auf Erden eine Uebereinkunft zu Stande kommen, das Osterfest auf einen bestimmten Sonntag des Jahrs zu verlegen, so daß es, ähnlich wie jeder der Advent-Sonntage, nur um 7 Tage schwanke. Denn abgesehen davon, daß eine solche Uebereinkunft (wozu eine Zusammenkunft der Abgeordneten von allen christlichen Völkern der ganzen Erde an Einem Orte erforderlich wäre)* unausführbar seyn möchte, so wäre eine solche Fixirung des Festes gar nicht einmal wünschenswerth, zumal da alle Bemühungen vergeblich seyn möchten, den wahren Auferstehungstag Christi nach Jahr und Datum mit unwidersprechlicher Evidenz auszumitteln. Denn was für einen Vortheil brächte eine solche Fixirung? Keinen andern, als daß dieß Fest in den verschiedenen bürgerlichen und gelehrten Geschäften, wo es einen Haupt-Abschnitt bildet, die Pensa alsdann für verschiedene Jahre nicht ganz so verschieden vertheilen würde, als es

* Denn sollte ein solcher Vorschlag vom Papste allein ausgehen, so würde sich darin, verglichen mit der Anordnung Gregors XIII., die größte Inconsequenz des Kirchen-Regiments verrathen.

jetzt geschieht. Dieser Gebrauch schreibt seinen Ursprung aus früheren Zeiten her, wo das Eingreifen der religiösen Bedürfnisse in die bürgerlichen im Allgemeinen lebendiger war, als jetzt. Wer sich nun jetzt in seinen bürgerlichen Geschäften durch die ungleichmäßigen Abschnitte gedrückt fühlt, sollte lieber einfach wünschen, solche Abschnitte von beweglichen Festen unabhängig gemacht, als diese Feste fixirt zu sehen. Für ein frommes Gemüth ist zur Beibehaltung der Beweglichkeit des Festes schon ein mehr als hinreichender Grund der, daß, wenn das Osterfest z. B. auf seinen mittleren Termin fixirt würde und nur vom 5ten bis 11ten April schwankte, die letzten Epiphanias- und Trinitatis-Sonntage für immer wegfallen würden, deren kirchliche Perikopen bei ihrem mystischen und tief-ernsten Inhalt (Ernte der Welt, Verklärung, jüngstes Gericht) durch ihre seltenere Wiederkehr einen eigenthümlichen Reiz der Neuheit erhalten. Man sieht, wie hier immer eins mit dem andern zusammenhängt; das christliche Osterfest ist nun einmal geschichtlich aus dem jüdischen Pascha und folglich aus dem gebundenen Mondjahre hervorgegangen (was sich auch Luther nicht lebhaft genug vergegenwärtigt zu haben scheint, denn sonst hätte er der Beweglichkeit des Festes das Wort geredet; aber er scheint der Mathematik nach seinem ganzen Wesen ziemlich entfremdet gewesen zu seyn), und die Fixirung (wodurch der Mond auf einmal seine ganze Bedeutung für die christliche Zeitrechnung verlieren würde, der doch von Gott selbst, nebst der Sonne, dazu gesetzt ist, zu geben Zeichen, Zeiten, Tage und Jahre) kann gleichsam als ein Antasten heiliger Interessen angesehen werden, und diese sind bei tieferen Gemüthern allemal mit ewigen Interessen verbunden, daher die Frage sich nicht von der Hand weisen läßt: Wie wird das alles in künftigen Jahrtausenden gehalten werden? Und was haben wir zu thun, um eine einfache und sichere Regel zur Aufrechthaltung der jetzt bestehenden Ordnung wo möglich für die Ewigkeit festzustellen?

Unter der mittleren Bewegung pflegt man denjenigen Bogen des Umfanges der Himmelskugel zu verstehen, um welchen ein Weltkörper, von der Sonne oder Erde aus betrachtet, in einer Zeit-Einheit (zu welcher die Astronomen gewöhnlich den Zeitraum von 365¼ Tagen wählen) zwischen den Fixsternen fortzurücken scheinen würde, wenn alle Ungleichheiten seines scheinbaren Laufs ausgeglichen wären. Indem nun unsere Erde mit dem Monde zugleich von der Sonne angezogen wird, und zwar zur Zeit des Neumondes der Mond stärker als die Erde, weil er der Sonne etwas näher ist, zur Zeit des Vollmondes aber die Erde stärker als der Mond, weil sie der Sonne etwas näher ist, und ein ähnlicher Unterschied der Stärke der Anziehung (wiewohl in vermindertem Maße) auch an den vom Neu- und Vollmond verschiedenen Tagen des synodischen Monats stattfindet, so sieht man, daß die Sonne die Kraft, mit welcher der Mond von der Erde angezogen wird, unabläßig vermindert, daß sie ihn also zwingt, auf seinen Umlauf um die Erde eine längere Zeit zu verwenden, als er brauchen würde, wenn er in derjenigen mittleren Entfernung von der Erde, welche ihm nun einmal von der ersten Schöpfung an angewiesen ist, der Anziehungskraft der Erde allein gehorchte. Die mittlere Bewegung des Mondes um die Erde wird also durch die Störung von Seiten der Sonne vermindert, und zwar desto mehr, je näher die Erde der Sonne ist, weil der Ueberschuß der Entfernung der Erde von der Sonne über die Entfernung des Mondes von der Sonne zur Zeit des Neumondes, oder auch der Ueberschuß der Entfernung des Mondes von der Sonne über die Entfernung der Erde von der Sonne zur Zeit des Vollmondes, einen desto größeren Theil der Entfernung der Erde von der Sonne ausmacht, je näher die Erde der Sonne ist. Folglich werden die zwölf synodischen Umläufe vom Monde während eines Jahrs in verschiedenen Zeiten zurückgelegt; derjenige Umlauf, welcher zur Zeit der kleinsten Entfernung der Erde von der Sonne zurückgelegt wird, dauert am längsten, und derjenige, welcher zur Zeit der größten Entfernung der Erde

von der Sonne zurückgelegt wird, am kürzesten. Diese Ungleichheit in der Mondbewegung wird die jährliche Gleichung des Mondes genannt. Faßt man alle 12 Mondsmonate zusammen und noch den Drittel-Monat dazu, welcher fehlt, um das Jahr voll zu machen, so läßt sich aus den verschiedenen mittleren Bewegungen, welche den einzelnen Monaten zukommen, eine Durchschnittsbewegung finden; diese eben ist es, welche man vorzugsweise die mittlere Bewegung des Mondes nennt. Die Analysis des Unendlichen beweist nun, daß diese nicht genau mit derjenigen mittleren Bewegung einerlei seyn kann, welche der Mond haben würde, wenn die Erde um die Sonne statt der Ellipse einen Kreis beschriebe, dessen Durchmesser der großen Axe der wirklichen elliptischen Erdbahn gleich ist, — daß vielmehr die wirkliche mittlere Bewegung des Mondes etwas kleiner ist als die eben angeführte eingebildete mittlere Bewegung, und zwar desto kleiner, je größer die Excentricität der Erdbahn ist. Da nun diese Excentricität jetzt von Jahrhundert zu Jahrhundert abnimmt, so muß natürlich die mittlere Bewegung des Mondes von Jahrhundert zu Jahrhundert schneller werden. Das eben ist die sinnreiche Erklärung der Säculargleichung des Mondes, welche Laplace gab, und worin er, bestimmter, zeigte, daß dasjenige, was der mittleren Mondbewegung der verschiedenen Zeitalter an derjenigen mittleren Bewegung fehlt, welche dem Monde bei einer gar nicht excentrischen Erdbahn zukommen würde, dem Quadrat der Excentricität der Erdbahn proportional seyn müsse. — Es ist daher ein Leichtes, die Säcular-Aenderungen der mittleren Mondbewegung auf viele Jahrtausende vorauszubestimmen, wenn man die Aenderungen der Excentricität der Erdbahn auf so lange voraus bestimmen kann. Unsere Berechnung der Säculargleichung des Mondes über die Zeit hinaus, bis zu welcher sie in den bisherigen Mondtafeln sich angegeben findet, war also eine Anwendung der Le Verrier'schen Formeln der Säcular-Aenderungen der Elemente der Erdbahn. Diese Anwendung ward dadurch etwas verwickelter, daß es zum Behuf der Vorausberechnung der Zeiten des Vollmondes nicht hinreicht, die Säcular-Aenderungen der mittleren Bewegung des Mondes zu berechnen, sondern daß vielmehr die Säculargleichung der geocentrischen Länge des Mondes für die einzelnen Vollmonde ermittelt werden mußte. Man fährt bis jetzt noch fort, diese Säculargleichung so anzusetzen, daß dabei der Anfang des Jahrs 1700 als Fundamental-Epoche angenommen wird. Gesetzt, der Mond führe vom 1. Januar 1700 an, mit derjenigen mittleren Bewegung, die er damals wirklich hatte, fort sich zu bewegen, so würde er am 1. Januar 1900 um Mitternacht noch nicht völlig diejenige geocentrische Länge erreicht haben, die er in diesem Augenblick in Folge seiner säcularen Beschleunigung wirklich erreicht; es würde daran noch ein Bogen des Umfangs der Himmelskugel von etwa 40″ fehlen. Diese 40″ sind dasjenige, was man Säculargleichung der geocentrischen Mondlänge am 1. Januar 1900 nennt; sie wächst in den nächsten Jahrhunderten ungefähr wie das Quadrat der vom Jahr 1700 an gerechneten Zeit. Sie läßt sich aus den Le Verrier'schen Formeln der Säcular-Aenderungen der Excentricität der Erdbahn nicht so unmittelbar berechnen, sondern es ist dazu erst eine Integration nöthig (etwa, wie aus dem Gesetz eines senkrecht auf die Erde herabfallenden Körpers, daß seine Geschwindigkeit in gleichen Zeiten allemal gleich viel zunimmt, gefolgert wird, er müsse Fallräume durchlaufen, welche sich, vom Anfang des Falls an gerechnet, wie die Quadrate der darauf verwandten Zeiten verhalten, — nur daß bei der Bestimmung der Säculargleichung der Mondlänge die Sache mehr Umstände erfordert, weil seine Beschleunigung nicht, wie bei senkrecht fallenden Körpern, eine gleichförmige ist), und zur Vollziehung dieser Integration mußten die, aus je 7 Gliedern (nach der Anzahl der 7 Hauptplaneten) bestehenden Le Verrier'schen Formeln in eine 21gliedrige (nach der Anzahl aller möglichen Paare, die sich aus 7 Dingen bilden lassen) umgeformt werden. Die dadurch gefundene Integral-Formel mußte

nun von 100 zu 100 Jahren bis zum Jahre 10000 in Zahlen übertragen, und daraus die Verfrühung der Vollmonde für die Schlußjahre der einzelnen Jahrhunderte in Stunden, Minuten und Secunden bestimmt werden.

Danach war es möglich, das vereinfachte cyklische Mondgleichungs-System, welches sich schon voraussahnen ließ (nämlich die Mondgleichung, anstatt 7mal nach 300 und Einmal nach 400 Jahren, ohne Unterschied alle 300 Jahre, und zwar allemal in den durch 300 theilbaren Jahren anzubringen), in extenso mit dem wahren Mondlauf bis zum Jahre 10000 zu vergleichen. Das Resultat war sehr überraschend; in der That zeigte der hiernach bestimmte cyklische Vollmond von dem mittleren astronomischen und mit der Säculargleichung behafteten nirgends eine größere Abweichung als 2 Tage, und eine solche ließ sich auch beim Lili'schen Canon, selbst nach Lili's Prämissen über die Dauer und Unveränderlichkeit des synodischen Monats, nicht vermeiden, ohne die Einfachheit des von Alters her geheiligten dionysianischen Oster-Cyklus zu zerstören. Diese Abweichung möchte an dem Anblick der Mondphase kaum merklich werden, sondern höchstens an der Verfrühung oder Verspätung des Mond-Aufgangs; die güldene Zahl wird daher bei Befolgung dieses Systems nie eine bleierne werden (wenn gleich der synodische Monat, welcher jetzt 29 Tage 12 Stunden 44′ 3″ beträgt, im Jahr 10000 bis auf 29 T. 12 St. 44′ 0″ abgenommen haben wird); sie bleibt wenigstens eine silberne.

Das auf diese Art bestimmte Osterfest des neu-gregorianischen Kalenders wird nie genau in derselben Ordnung wiederkehren, da es doch im julianischen Kalender eine regelmäßige Periode von 532 Jahren hat, und im alt-gregorianischen nach Lili's Intention alle 300000 Jahre wiederkehren sollte. Im neu-gregorianischen Kalender würde sich eine 420000jährige Osterperiode bilden, wenn die hier aufgestellten cyklischen Regeln in Ewigkeit fortgesetzt werden dürften; aber aus den angeführten Gründen wird bald nach dem Jahre 10000 eine Abänderung eintreten müssen, welche sich jetzt noch nicht genau bestimmen läßt, außer im Allgemeinen, daß die Mondgleichung alsdann, anstatt ununterbrochen alle 300 Jahre, zuweilen schon nach 200 Jahren anzubringen ist. Wir bemerken jedoch noch folgende Eigenthümlichkeiten unseres, bis zum Jahr 10000 fortgeführten Systems: Ostern fällt innerhalb dieses langen, 8417jährigen Zeitraums (vom Jahr 1583 angefangen, in welchem der gregorianische Oster-Canon zum erstenmal ins Leben trat) nur 38mal auf seinen frühesten Termin (22. März), 78mal auf den 23. März, 110mal auf den 24. März, 175mal auf den 25. März, 203mal auf den 26sten, 229mal auf den 27., 277mal auf den 28., 2[illegible]0mal auf den 29., 291mal auf den 30., 287mal auf den 31., 270mal auf den 1. April, 274mal auf den 2., 283mal auf den 3., 286mal auf den 4., 293mal auf den 5., 275mal auf den 6., 269mal auf den 7., 283mal auf den 8., 282mal auf den 9., 296mal auf den 10., 282mal auf den 11., 265mal auf den 12., 274mal auf den 13., 286mal auf den 14., 289mal auf den 15., 294mal auf den 16., 270mal auf den 17., 282mal auf den 18., 325mal auf den 19., 281mal auf den 20., 253mal auf den 21., 188mal auf den 22., 150mal auf den 23., 128mal auf den 24., und 71mal auf den 25. April. Auf dasselbe Datum fällt Ostern 558mal nach 5 Jahren, 399mal nach 6 Jahren, 3877mal nach 11 Jahren, 211mal nach 35 Jahren, 1mal nach 40 Jahren, 498mal nach 46 Jahren, 150mal nach 51 Jahren, 749mal nach 57 Jahren, 479mal nach 62 Jahren, 28mal nach 63 Jahren, 363mal nach 68 Jahren, 437mal nach 73 Jahren, 254mal nach 79 Jahren, 105mal nach 84 Jahren, 25mal nach 95 Jahren, 3mal nach 119 Jahren, 24mal nach 130 Jahren, 66mal nach 141 Jahren, 28mal nach 147 Jahren, 82mal nach 152 Jahren, 10mal nach 163 Jahren, 21mal nach 220 Jahren, 1mal nach 231 Jahren, 3mal nach 277 Jahren, 2mal nach 304 Jahren, und 5mal nach 372 Jahren; außerdem kommt die Wiederkehr auf dasselbe Datum nur noch Einmal nach 592 Jahren, Einmal nach 1059 Jahren, und Einmal nach 3071 Jahren vor, indem Ostern zwischen den Jahren 2079 und 2671 nie auf den

24. April, zwischen 5424 und 6483 nie auf den 23. März, und zwischen 6608 und 9679 nie auf den 22. März fällt. Nach dem altgregorianischen Kalender sollte Ostern von jetzt an nicht vor dem Jahre 2285 auf den 22. März fallen; nach dem neugregorianischen wird dieß Anno 2038 geschehen (das letztemal geschah es 1818). Die der Gegenwart zunächst liegenden Zeitpuncte des spätesten Oster-Termins (25. April) sind die Jahre 1734 und 1886. Der kürzeste Zeitraum der Wiederkehr auf den frühesten oder spätesten Termin ist 57 Jahre (im julianischen Kalender 95 Jahre). Oefters finden lange Reihen regelmäßiger Wiederkehr der Osterfeste in derselben Ordnung nach 68 oder 84 oder 152 Jahren statt, aber sie werden immer wieder durch den Jahrhundertschluß unterbrochen. Es vergeht kein Jahrhundert, in welchem nicht Ostern auf jedes mögliche Datum fiele, die 3 ersten Tage (22., 23., 24. März) und die 3 letzten (23., 24., 25. April) ausgenommen, welche in einigen Jahrhunderten ausfallen.

Diese Eigenthümlichkeiten zusammen lassen das System der Schaltjahrs- und Osterrechnung als ein Symbol der ewigen Harmonie und Stabilität des Himmelslaufs, die doch dabei mit unendlicher, lebensvoller Mannigfaltigkeit gepaart ist, ansehen, und vergegenwärtigen uns überhaupt das stille, einfache Walten der großen Natur mit ihren unabänderlichen Gesetzen, aus welchem dennoch eine unerschöpfliche Fülle immer neuer und neuer Formen hervorgeht. An uns ist es nun, diese Harmonie ins Leben einzuführen, und alle menschlichen Verhältnisse, in unaufhaltsamem Fortschritt zum Vollkommensten, doch mit gleich stetig beseligender Regelmäßigkeit zu ordnen."

So weit unser würdiger Lehmann. — Es findet sich, wie meine Leser sehen, eine Fülle neuer Ansichten in dieser seiner Arbeit über das „Stabilitäts-Princip in der Astronomie und dessen bisherige Behandlung niedergelegt; ich weiß derselben, außer der schon Eingangs nachgewiesenen Beziehung zu denjenigen eigenen Artikeln, in welchen derselbe Gegenstand, aber freilich unter dem auch gleich zugestandenen viel engeren, bloß teleologischen Gesichtspuncte von mir selbst behandelt wird, durchaus nichts Wesentliches hinzuzufügen; und ich spreche schließlich nur nochmals das Gefühl der Freude darüber aus, daß eben mein Werk die Veröffentlichung hat übernehmen dürfen. —

Statik; Statica; *Statique*. Die Lehre vom Gleichgewichte, insbesondere der festen Körper, da das Gleichgewicht der tropfbar-flüssigen in die Hydrostatik, und der elastisch-flüssigen in die Aerostatik gehört. Letztere beiden Disciplinen habe ich wegen ihres engeren Bezuges zur irdischen Physik in eigenen Artikeln meines Werkes gar nicht behandeln dürfen; und der „Statik" erwähne ich nur als der Wissenschaft des Hebels, von dessen Theorie wir namentlich im Art. Mond, S. 144, eine so glänzende astronomische Anwendung gemacht haben. Demgemäß begnüge ich mich hier, in Bezug auf die „Statik" bloß noch anzuführen, daß man sie gewöhnlich in den Lehrbüchern der Mechanik (im weiteren Sinne) mit abgehandelt findet, und daß ich unter diesen Lehrbüchern, namentlich wegen der vielen astronomischen Anwendungen, einen ganz ausgezeichneten Rang dem „Traité élémentaire de Mécanique" von Francoeur (Professor an den Lyceen von Paris) anweise, von welcher überaus verdienstlichen Arbeit eine vierte Auflage, Paris 1807, gr. 8. (es gibt aber noch spätere) vor mir liegt.

Stationair;* Stationarius; *Stationnaire*. Wenn ein Planet (oder auch ein Komet) aus der rechtläufigen („geocentrisch" rechtläufig erscheinenden) Bewegung in die rückläufige (vergl. beide Art.) oder, umgekehrt, aus dieser in jene übergeht, so gibt es allemal eine gewisse Zwischenzeit, während welcher er seinen Platz am Himmel unter den Fixsternen: seine geocentrische Länge** nicht zu ändern scheint

* Dieser Gegenstand wird gewöhnlich unter „Stillstände" abgehandelt; „stationair" ist aber der astronomische Terminus technicus."

** Die „geocentrische" Breite dagegen kann sich, wie man auch mit nur eini-

(während welcher die successiven Gesichtslinien von der Erde zum Planeten fast — vgl. hinten — parallel sind, zum nämlichen Fixsterne führen). Man nennt ihn dann „stillstehend," „stationair;" man sagt, der „Stillstand des Planeten" (Statio planetae; *Station de la planète*) sey eingetreten. Diese Erscheinung in ihrer Verbindung mit den erwähnten Umständen der Recht- und Rückläufigkeit ist eine natürliche Folge davon, daß wir Erdbewohner den Planeten- (und Kometen-) Lauf nicht aus dem Mittelpuncte der Bewegung, nämlich nicht aus der bei dieser Planetenbewegung ruhenden Sonne, sondern aus der, zugleich in Mitbewegung begriffenen Erde beobachten. Ich bitte die Leser, sich, wie ich dieß schon in den eben citirten Artikeln vorgeschlagen habe, ganz einfach zwei concentrische Kreise zu zeichnen,* deren innerer, kleinerer, zunächst die Laufbahn eines unteren Planeten, z. B. der Venus, der äußere, umringende aber die Erdbahn vorstellen soll. Wenn Sie sodann der Venus in ihrem Kreise die Stellung der oberen Conjunction gegen die Erde im ihrigen anweisen, so werden Sie sie dort „rechtläufig" finden; die von der ihr in derselben Richtung, nur langsamer, nachrückenden Erde zu ihr führenden, bis zum Fixsternhimmel verlängerten Gesichtslinien divergiren hier. Indem Venus aber nun weiter hinter der Sonne herum kommt und zur größten östlichen Digression gelangt, wird die Richtung ihres Laufes gegen die Erde eine solche, daß sie (Venus) ziemlich gerade auf letztere losrückt, ihr also natürlich „stationair" erscheint, wobei jene Gesichtslinien, wie ich schon oben mit Verweisung hierher anticipire, nahe parallel ausfallen. In der untern Conjunction sodann erscheint Venus (oder überhaupt der untere Planet), indem sie mit ihrer schnelleren Bewegung zwischen Sonne und Erde hindurchgeht, rückläufig: die Gesichtslinien von der Erde zu ihr convergiren, und schon der Uebergang von jener Divergenz zu dieser Convergenz beweist die Nothwendigkeit eines, wie ich oben sage, „stationairen" Zustandes des Parallelismus der Gesichtslinien. Neunzig Grad von der untern Conjunction endlich tritt, indem Venus bei größter westlicher Digression jetzt ziemlich gerade von der Erde wegrückt, offenbar ein zweiter „Stillstand" ein: Venus erscheint nochmals „stationair;" — und der Cyklus der Erscheinungen ihres Laufes geht sodann neuerdings in der nämlichen Folge vor sich.

Wäre aber dagegen von einem oberen Planeten, z. B. vom Jupiter, die Rede, so kann unser größerer (der umringende) Kreis diese Jupiters-, und der kleinere eingeschlossene die Erdbahn vorstellen. Bemerkt man sich den Jupiter dabei in Conjunction gegen die Erde, so zeigt er sich (gleich dem unteren Planeten) hier mit divergirenden Gesichtslinien rechtläufig, wird in oder nahe bei der darauf folgenden ersten Quadratur (wenn er Abends um 6 Uhr culminirt), wo die Erde (als in Bezug auf den oberen Planeten, die schnellere, gleichwie dieß im vorigen Falle der untere Planet war) ziemlich gerade von ihm wegrückt, und die Gesichtslinien von ihr zu ihm also parallel ausfallen, „stationair," in der Opposition, in welcher die Erde zwischen der Sonne und ihm hindurchgeht, mit convergirenden Gesichtslinien rückläufig, und endlich in der zweiten Quadratur (Morgens 6 Uhr culminirend), weil nun die Erde etwann gerade auf ihn losrückt, zum zweiten Male stationair, wonächst auch für diesen oberen Planeten die nämlichen Erschei-

gem Nachdenken über den Vorgang leicht einsieht, zumal wenn der Stillstand in der Nähe der Knoten (vergl. d. Art.) erfolgt, dabei merklich ändern.

* Die gewöhnliche Zeichnung gewährt wenig Deutlichkeit; die hier vorgeschlagenen zwei einfachen concentrischen Kreise dagegen lassen sich für die vier Phasen der oberen und unteren Conjunction, der östlichen und westlichen Digression, oder, wenn von oberen Planeten die Rede ist, der Conjunction und Opposition und der beiden Quadraturen leicht wiederholen; — und dann wird Alles ganz anschaulich.

nungen in der nämlichen Folge wiederkehren.

Dieß ist eine Gesammt-Uebersicht des ganzen Details des Vorganges, welche namentlich das Entstehen des uns eben beschäftigenden „Stationairen“ (der scheinbaren „Stillstände“) aus dem Uebergange der Recht- in die Rückläufigkeit, und umgekehrt so deutlich erkennen läßt, daß ich nichts weiter darüber hinzuzufügen brauche.

Stereographische Projection, ist diejenige, im Collectiv-Artikel Projection, besonders aber Landcharte, S. 35, näher erörterte perspectivische Entwerfungsart der Kugeloberfläche auf der Ebene eines ihrer größten Kreise, wobei ein Pol des letzteren den Ort des Auges abgibt, zu welchem die Entwerfungslinien gezogen werden. Soll, um dieß durch ein schon l. c. gebrauchtes Beispiel zu verdeutlichen, die (Oberfläche der) Nordhalbkugel der Erde solchergestalt „stereographisch projicirt“ werden, so denkt man sich durch die Ebene des Aequators, als eines ihrer größten Kreise, zu dessen einem (hier dem Süd-) Pole, welcher demnach den Ort des Auges abgibt, von den Oberflächenpuncten jener Halbkugel (convergirende) Entwerfungslinien, deren Durchschnittspuncte mit der Aequatorsebene auf ihr die „stereographische Projection“ der entsprechenden Oberflächenpuncte jener Halbkugel (d. h. also die stereographische Projection der Halbkugel selbst) abgeben. — Der bloße Anblick der Fig. 3. der Tafel II dieses zweiten Bandes unseres Werkes macht die Sache, wenn die voranstehende Erklärung durch Worte nicht hinreichen sollte, ganz augenscheinlich, und ich empfehle Lesern, welche tiefer in den Gegenstand eindringen wollten, schließlich nur noch den vortrefflich geschriebenen Artikel „Stereographische Projection“ in Mollweide's Fortsetzung von Klügel's „Mathemat. Wrtrb.“ Lpzg. 1823. gr. 8.

Sterne; Stellae; *Étoiles.* Man gebraucht diesen Ausdruck oft von den Fixsternen und gleichbedeutend damit, oft aber auch von den Planeten, indem man z. B. Venus als Abend- oder Morgenstern bezeichnet. Nur auf die Sonne und den Mond wendet man das abgekürzte Wort nicht an, sondern nennt sie Gestirne (vergl. letzteren besondern Artikel, wo der Unterschied noch bestimmter hervorgehoben wird).

Sternbilder, Sternfiguren; Asterismi, Constellationes, Imagines s. figurae coelestes; *Asterismes* ou Constellations. „Constellationen“ von Fixsternen (als ihren Himmelsplatz behauptenden Gestirnen), welche man nach ihrer mehr oder minder ähnlichen Begränzung (Verbindung durch Linien, wie meine Leser diese Contouren auf Ihren Himmelscharten oder Globen angegeben finden) mit Menschen („Perseus“ u. s. w.), Thieren („große Bär,“ „kleine Bär“ u. s. w.), oder andern Gegenständen (Krone, Leyer u. s. w.) verglichen und danach benannt hat. Dieß Zusammenbringen der Sterne unter gewisse „Bilder“ ist schon in den urältesten Zeiten, soweit unsere Geschichtskenntniß irgend in dieselben hinein reicht, besonders im Morgenlande, wo der heitere Nachthimmel die Beobachtung begünstiget, üblich gewesen,* das Bedürfniß der Gestirnkenntniß hat ganz natürlich darauf führen müssen, und wir bedienen uns noch jetzt, mit Beibehaltung der alten Namen, dieses astronomischen Hülfsmittels des Zurechtfindens am Himmel, der Wegangabe der Irrsterne (Planeten) durch jene Fixsterngruppen ꝛc., und belegen die Kenntniß der „Sternbilder“ mit dem Namen der Astrognosie,** unter welchem Namen auch vorläufig schon in einem eigenen Vortrage, dessen Ergänzung der gegenwärtige abgeben sollte, davon gehandelt worden ist. Da ich in meinem Werke den einzelnen Sternbildern und Sternnamen zur Raumersparung besondere Artikel nicht ge-

* Schon im Buche Hiob, Cap. IX, V. 9., Cap. XXXVIII, V. 31. 32. finden sich die „Sternbilder“ erwähnt.

** Etymologisch hat der Ausdruck „Astrologie“ freilich dieselbe edle Bedeutung der „Gestirnlehre;“ allein die „Astrologie“ (vergl. d. besond. Art.) ist in ihrer Ausartung zur „Sterndeutekunst“ herabgesunken und hat dadurch jenen etymologischen Charakter eingebüßt.

widmet, sondern überall nur auf die gegenwärtige allgemeine Zusammenstellung verwiesen habe, so muß ich hier freilich in einiges mehrere Detail über den Gegenstand eingehen.

Die schon in jenen früheren Zeiten gebräuchlich gewesenen und, wie gesagt, unter ihren alten Namen noch jetzt beibehaltenen Sternbilder (von den neu hinzugetretenen wird nachher die Rede seyn) sind auf uns durch die Griechen gekommen, welche sie ihrerseits wahrscheinlich von den Egyptiern* erhalten haben. Nach diesen Griechischen Sternbildern richtete Hipparch sein Verzeichniß (s. Fixstern-Verzeichnisse, S. 574) ein; und da uns dasselbe von Ptolemäus** im Almagest aufbehalten worden ist, so hat man auch den darin vorkommenden 48 Bildern die Benennung der Ptolemaischen (Figurae Ptolemaicae) belassen. Diese 48 Sternbilder sind folgende:

12 im Thierkreise***:

1. Widder,
2. Stier,
3. Zwillinge,
4. Krebs,
5. Löwe,
6. Jungfrau,
7. Wage,
8. Scorpion,
9. Schütz,
10. Steinbock,
11. Wassermann,
12. Fische;

21 in der nördlichen Halbkugel:

1. Großer Bär,
2. Kleiner Bär,
3. Drache,
4. Cepheus,
5. Cassiopeja,
6. Andromeda,
7. Perseus,
8. Pegasus,
9. Kleines Pferd,
10. Nördlicher Triangel,
11. Fuhrmann,
12. Bootes,
13. Nördl. Krone,
14. Ophiuchus,
15. Schlange,
16. Herkules,
17. Adler,
18. Pfeil,
19. Leyer,
20. Schwan,
21. Delphin.

15 in der südlichen Halbkugel:

1. Orion,
2. Wallfisch,
3. Eridanus,
4. Hase,
5. Kleiner Hund,
6. Großer Hund,
7. Hydra,
8. Becher,
9. Rabe,
10. Centaur,
11. Wolf,
12. Altar,
13. Südlicher Fisch,
14. Schiff Argo,
15. Südliche Krone.*

Diejenigen (bevorvortetermaßen, vorangestellten) 12 dieser Sternbilder, welche also den Thierkreis einnehmen („Zeichen"), prägt man dem Gedächtnisse am besten durch die beiden, schon im Artikel Ekliptik (welchen ich, auch des eben gebrauchten Ausdruckes „Zeichen" wegen, überhaupt zu vergleichen bitte), S. 298 angeführten Hexameter:

* Lalande „Astronomie." §. 610 flgd. weist diese Uebereinstimmung zwischen den Egyptischen und Griechischen Bezeichnungen sehr gut nach; mich würde dieß Detail zu weit führen.

** Ueber Hipparchus (gest. zu Rhodus 125 vor Chr.) finden sich nähere biographische Notizen im Art. Vorrücken der Nachtgleichen, und über den Alexandrinischen Astronomen Ptolemäus (dessen Thätigkeit in das 2te Jahrhundert nach Christus fällt) in Weltsystem.

*** Der Thierkreis (vergl. d. besondern Art.) ist bekanntlich diejenige Zone des Fixsternhimmels zu beiden Seiten (oberhalb und unterhalb) der Ekliptik, in welcher die Sonne, der Mond und die (wenigstens ältern) Planeten immer anzutreffen sind, daher die darin enthaltenen „Sternbilder" die Aufmerksamkeit zunächst auf sich ziehen mußten. Sie sind deßhalb auch vorangestellt. Wegen ihrer astronomischen Zeichen vergl. jenen Art. Ekliptik.

* Ich füge in der vorläufigen Tafel XVII. gleich eine, jedoch bloß auf die schnellste Uebersicht berechnete „Darstellung einiger der vorzüglichsten Sternbilder des nördlichen und südlichen Himmels" bei, auf welche ich mich wenigstens meistens selbst schon jetzt werde beziehen können; das Uebrige muß dann der Himmelsglobus thun, welchen ich freilich in den Händen meiner Leser voraussetze, obwohl ich, für den verneinenden Fall, zu Schlusse des Artikels auch noch Planisphären der nördlichen und südlichen Himmels-Halbkugel mit einem alphabetischen Sternbilder-Verzeichnisse beibringe.

„Sunt *Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo, Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces.*“ —

ein. Poetiſcher beſchreibt ſie Manilius „Astronomicon,“ libri V. I. 263, die Stelle iſt mir nur zu lang; – und die Mühe der Verſificirung der übrigen Sternbilder hat ein Holländiſcher Auctor *Philippus Caesius à Zesen*, „Coelum astronomico-poeticum.“ Amſterdam. 1662. 8., übernommen, woraus neugierige Leſer Auszüge beim Lalande „Astronomie.“ §. 607. finden. Den obigen 21 nördlichen Sternbildern war aber ſchon bald nach Ptolemäus das Haar der Berenice (in der Mittelzone unſerer Tafel, links) hinzugeſetzt worden, wie denn überhaupt mehrere Veränderungen damit vorgegangen zu ſeyn ſcheinen. So läßt, um nur noch ein Beiſpiel beizubringen, Virgil (Georgic. I. 32.)

„— novum sidus te mensibus addas,
Qua locus Erigonen inter chelasque sequentes
Panditur; ipse tibi jam brachia contrahit ardens
Scorpius, et coeli justa plus parte relinquit.“ —*

den Scorpion ſeine Scheeren (Chelas) einziehen, um der Wage, dem Sinnbilde der Vergötterung Auguſts, Platz zwiſchen ſich und der Jungfrau (Erigone) zu machen.

Den genannten 48, und durch dieß „Haar der Berenice“ alſo auf 49 vermehrten alten Sternbildern ſetzten, worauf ich nun kommen wollte, die Neueren aus Sternen, welche das Alterthum „zerſtreuet“ (sporades, informes) gelaſſen hatte, noch mehrere andere Sternbilder hinzu. So findet ſich ſchon in dem Fixſtern-Verzeichniſſe (ſ. d. Art. S. 574) von Tycho de Brahe ein neues Sternbild Antinous** (oben ganz rechts in unſerer Tafel XVII, auf welche ich mir die Verweiſung, wenigſtens Behufs ſchnellerer Orientirung in Einzelfällen, ausbedungen habe); und Hevel, der uns vielfach bekannt gewordene Danziger Aſtronom des 17. Jahrhunderts („Firmamentum Sobiescianum.“ Danzig. 1690. Fol.), führte noch folgende 11 Sternbilder ein:

1. Sobiesk. Schild,
2. Einhorn,
3. Camelopard,
4. Aſtron. Sextant,
5. Jagdhunde,
6. Kleiner Löwe,
7. Lynx,
8. Fuchs mit der Gans,
9. Eidere,
10. Kleiner Triangel,
11. Cerberus.***

Einige neue Sternbilder der ſüdlichen Halbkugel:

1. das Kreuz,****
2. die Taube,
3. und 4. die große und kleine Wolke,

ſollen nach der Angabe des verewigten Berliner Hof-Aſtronomen Bode im Jahre 1679 von Auguſtin Royer (Architecten Ludwig XIV. und Liebhaber der Aſtronomie) hinzugefügt ſeyn; ich finde dieſel-

* „Gehör' den Himmeln als das Sternbild an,
Für welches ehrfurchtsvoll, mit freud'gren Strahlenblicken,
Erigone, der funkelnde Scorpion,
Die Arm' ihm öffnend, weit ſchon aus einander rücken.“

Virgil's Landbau. Deutſch von Dr. Joſeph Emil Nürnberger. Mit dem Texte zur Seite. Danzig, Bohon. 1825. gr. 12.

* In meinen Notizen wird der „Antinous“ dagegen auch als ein, zugleich mit dem „Haar der Berenice“ ſchon von den Alten admittirtes, von Tycho nur hergeſtelltes Sternbild bezeichnet.

** Ich brauche die Leſer wohl kaum darauf aufmerkſam zu machen, daß bei dieſer Namenbildung von ſehr entfernten Aehnlichkeiten ausgegangen iſt, und daß man das Wort für die Sache oft bei den Haaren herbeigezogen hat; die edelſte Wiſſenſchaft beſitzt die ſchlechteſte Terminologie.

*** Dieß iſt das ſchöne Sternbild (*la Croix du Sud*), von dem unſer Alexander von Humboldt „Voyages aux régions équinoxiales.“ Paris. 1810. II. S. 24 flgd., eine ſo reizende Schilderung entwirft, welche ſich auch in Ideler's verbreiteterem „Handb. der franz. Literatur.“ Berlin. 1833. III. 263. abgedruckt findet. Dieß majeſtätiſche Sternbild iſt jedoch ſelbſt in Algier und Nieder-Egypten noch unſichtbar.

ben aber schon auf den Himmelskarten (vergl. den besondern Art.), welche der Augsburger Astronom Johann Bayer „Uranometria.“ Augsburg, zuerst 1603 hat erscheinen lassen. Von 12 anderen südlichen Sternbildern:

1. Indianer,
2. Kranich,
3. Phönix,
4. Fliege (südliche),
5. Südl. Triangel,
6. Paradiesvogel,
7. Pfau,
8. Amerik. Gans,
9. Wasserschlange,
10. Schwertfisch,
11. Fliegender Fisch,
12. Chamäleon,

welche in Europa überhaupt nicht sichtbar werden, und welche auch bereits auf den nämlichen Charten verzeichnet sind, legt Bayer die Formirung namentlich dem Amerigo Vespucci bei, dessen Tagebuch mit diesen Entdeckungen bald nach seinem Tode bekannt geworden war.

Halley hiernächst, dieser uns vielfach bekannt gewordene Englische Astronom, Zeitgenoß Newtons, fügte, gelegentlich einer, unter Carl II. Regierung nach St. Helena unternommenen Reise, jenen südlichen Sternbildern noch die „Carlseiche“ hinzu; und der uns nicht weniger bekannte Französische Astronom de la Caille fand bei mehrjährigen Beobachtungen auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung in der letzten Hälfte des 17ten Jahrhunderts Veranlassung zur Admittirung von abermals 14 neuen südlichen Sternbildern:

1. Bildhauer-Werkstatt,
2. Chemischer Ofen,
3. Pendeluhr,
4. Rautenförmiges Netz,
5. Grabstichel,
6. Staffelei,
7. See-Compaß,
8. Luftpumpe,
9. See-Octant,
10. Cirkel,
11. Lineal und Winkelmaß,
12. Teleskop,
13. Mikroskop,
14. Tafelberg,*

wodurch er, wie man aus den Namen sieht, besonders das Andenken verschiedener Künste und neuerer Erfindungen zu verewigen suchte.

* Diese 14 Sternbilder sind aus 397 Einzelsternen gebildet, welche Lacaille in demjenigen Verzeichnisse aufführt, von welchem ich in diesem Bezuge im Art. Fixstern-Verzeichnisse, S. 575, spreche.

Außerdem sind aber zum Andenken merkwürdiger Personen und Begebenheiten noch manche einzelne neue Sternbilder vorgeschlagen, dauernd oder auch nur zeitweilig angenommen und wieder verworfen worden. So finde ich z. B. das „Lappländische Rennthier,“ nahe am Nordpole, eingeführt vom Französischen Astronomen Le Monnier zu Ehren der nördlichen Französischen Gradmessung (vergl. d. Art.), welches noch in den jetzigen Verzeichnissen vorkommt, wogegen die von neueren Französischen Astronomen zu Ehren Napoleons eingeführten Napoleonssterne wieder unterdrückt worden sind u. s. w., u. s. w.: — und dieß ist denn die Ursache, aus welcher die Verschiedenheit in den Angaben über die eigentliche Anzahl der üblichen Sternbilder herrührt, welche Anzahl sich etwas anders bei älteren, als bei den neuesten Astronomen findet, so daß man nur im Allgemeinen sagen kann, sie betrage zwischen 100 und 110.

Um den Lesern hierunten aber wenigstens über das Gewöhnliche keine Zweifel zu lassen, so füge ich nunmehr das oben versprochene alphabetische Verzeichniß der also jetzt „gewöhnlichsten“ Sternbilder beider Hemisphären bei.

Alphabetischer Katalog der Sternbilder.*

Adler.
Altar.
Andromeda.
Antinous.
Argo, Schiff.

* In diesem Verzeichnisse könnte man die, zuweilen auch als eigene „Sternbilder“ betrachteten Hyaden und Plejaden (oder „Siebengestirn“) vermissen; es sind dieß zwei Sterngruppen, die erstere auf der Stirn, die zweite am Halse des oben genannten Sternbildes des Stiers. Die im Verzeichnisse auch nicht besonders genannte, in einem besondern Artikel ausführlich behandelte Milchstraße aber ist nicht selbst ein Sternbild, sondern vielmehr ein durch mehrere, dort genannte Sternbilder hinziehender Sterngürtel.

Bär, kleiner } *
„ großer }
Bärenhüter.
Ballon.
Becher.
Biene.
Bildhauerwerkſtätte.
Bootes.
Buchdruckerpreſſe.
Camelopard.
Caſſiopeia.
Centaur.
Cepheus.
Chamäleon.
Compaß.
Delphin.
Dorado.
Drache.
Dreieck, ſüdliches.
Dreiecke.
Droſſel.
Eidechſe.
Einhorn.
Elektriſirmaſchine.
Eridanus, Fluß.
Fernrohr.
Fiſch, ſüdlicher.
„ fliegender.
Fiſche.
Fliege.
Friedrichsehre.
Fuchs.
Fuhrmann.
Gans, amerikaniſche.
Grabſtichel.
Haar der Berenice.
Harfe.
Haſe.
Hercules.
Hund, kleiner.
„ großer.
Hydra (oder Waſſerſchlange).
Jagdhunde.
Indianer.
Jungfrau.
Karlseiche.
Katze.
Kranich.
Krebs.
Kreuz.
Krone, nördliche.
Krone, ſüdliche.
Leyer.
Lineal.
Löwe, kleiner.
„ großer.
Logleine.
Luchs.
Luftpumpe.
Malerſtaffelei.
Mauerquadrant.
Mikroſkop.
Netz, rhomboidiſches.
Ofen, chemiſcher.
Ophiuchus.
Orion.
Paradiesvogel.
Pegaſus.
Pendeluhr.
Perſeus.
Pfau.
Pferd, kleines.
Phönix.
Rabe.
Rennthier.
Schiffsoctant.
Schlange.
Schütze.
Schwan.
Schwertfiſch.
Seekompaß.
Setzwage.
Sextant,
Skorpion.
Sobieskiſches Schild.
Steinbock.
Stier.
„ polniſcher.
Tafelberg.
Taube.
Teleſkop.
Tucan.
Wage.
Wallfiſch.
Waſſermann.
Waſſerſchlange (oder Hydra).
Widder.
Wolf.
Xiphias.
Zepter.
Zirkel.
Zwillinge.

* Theilweis auch der große und kleine Wagen genannt, und unter dieſem Namen bekannter.

An dieſes Verzeichniß ſchließen ſich zugleich in Tafel XVIII. und XIX. die ebenfalls verſprochene nördliche und

südliche Planisphäre* an, worauf meine Leser die, im voranstehenden Verzeichnisse also alphabetisch angegebenen „Sternbilder" auch in der Zeichnung erblicken. Außer diesen Sternbildern aber finden sich auf den Himmelsgloben, den größeren Charten und auch schon auf unserer vorangehenden Tafel XVII. noch viele einzelne Sterne mit Eigennamen bezeichnet. Diese Eigennamen sind den durch ihren Glanz ausgezeichneteren Fixsternen zum Theile schon von den Alten, besonders aber, wie auch der Wortklang verräth, von den (vergl. d. A. Astronomie, S. 61) Arabischen Astronomen beigelegt worden. Zwar hat schon der oben angeführte Himmelscharten-Zeichner Bayer den glücklichen Versuch gemacht, diese Eigennamen vermittelst der Bezeichnung der Einzelsterne jedes Sternbildes durch (s. Fixsterne, S. 543) beigesetzte Griechische und Lateinische (wenn Ein Alphabet nicht ausreichte) Buchstaben zu verdrängen; allein es bleibt gleichwohl nöthig, auch diese Eigennamen** zu kennen; und ich gebe daher nachfolgend ein ebenfalls alphabetisch geordnetes Verzeichniß*** derselben, in welchem ich den Eigennamen zugleich jenen dafür gewählten Griechischen oder Lateinischen Buchstaben und den Lateinischen Namen des betreffenden Sternbildes beigesetzt, die einstimmig als von erster Größe betrachteten 12 Fixsterne unterstrichen, 7 andere aber, welche (jetzt°) nur von einigen Astronomen zu dieser ersten Classe gerechnet werden, mit einem Kreuzchen bezeichnet habe; Sirius und Canopus, letzterer in den nördlichen Ländern nicht aufgehend, zeichnen sich vor allen durch ihren Glanz aus. Noch bevorworte ich ausdrücklich, daß, wenn die Leser in diesem, ohnedieß nur das Gewöhnlichere enthaltende Verzeichnisse Namen vermissen sollten, dieß anderntheils an dem Umstande der Bezeichnung Eines und desselben Sterns mit mehreren derselben liegt; Lalande „Astronomie." §. 609. weist bloß für den Sirius noch 8 andere solche Namen nach, die ich doch unmöglich alle aufnehmen konnte; und der Polarstern (α des kleinen Bären) zum ferneren Beispiele, welcher hier mit dem Namen Ruccubah aufgeführt ist, findet sich in andern Verzeichnissen (auch in unserem Art. Polarstern) unter dem Namen Cynosura u. s. w.

Verzeichniß der vorzüglichsten** Stern-Eigennamen:

1. Acrab, β Scorpionis.
2. Achornar, α Eridani.
3. Alamak, γ Andromedae.
4. Alcor (das Reiterlein), g Ursae maj.
5. Albireo, β Cygni.
6. Alchiba, α Corvi.
7. Alcyone, η Plejadum.

* Ich komme auf die nähere Einrichtung dieser beiden „Planisphären" (dieser stereographischen Polarprojectionen der nördlichen und südlichen Himmelshalbkugel) im gleich folgenden Artikel Sternkarten besonders zurück.

** Eine tiefsinnige Untersuchung über den Ursprung dieser Sternnamen verdanken wir dem verewigten Berliner Hof-Astronomen Ideler: „Untersuchung über den Ursprung und die Bedeutung der Sternnamen." Berlin. 1809. 8.

*** Ausführlichere solche Verzeichnisse, mit Angaben der Zahl der überhaupt darin vorkommenden, gleichwie der mit Eigennamen belegten Sterne, im besonderen Art. Fixstern-Verzeichnisse, welcher den gegenwärtigen Vortrag zu vervollständigen dient.

° Dieser Unterschied im Urtheile über den Glanz (die „Größe") könnte auffallen; ich habe aber schon im Art. Fixsterne, S. 544, darauf aufmerksam gemacht, daß der „Glanz" der Fixsterne mit der Zeit auch Veränderungen erleidet, so daß Fixsterne, welche danach sonst zur ersten Classe gehörten, „jetzt" nur den Rang der zweiten einnehmen, und umgekehrt.

** Ich habe mich hier auf dieß Gewöhnlichere beschränken zu müssen geglaubt; die Tafel XVII. enthält aber noch einige Namen mehr, daher sie, bedürfenden Falles, verglichen werden kann.

8. Aldebaran (auch das Auge des Stiers), α Tauri.
9. Alderamin, α Cephei.
10. Algenib, γ Pegasi.
11. Algieba, γ Leonis.
12. Algol, β Persei.
13. Alhena, γ Geminorum.
14. Alioth, ε Ursae maj.
15. Alkaid, η Ursae maj.
16. Alphard (auch das Herz der Waſſerſchlange), α Hydrae. †
17. Alrami, α Sagittarii.
18. Alſchain, β Aquilae.
19. Altair, α Aquilae. †
20. Alula, γ Ursae maj.
21. Antares (auch das Herz des Scorpions), α Scorpionis.
22. Arktur (auch Kolanza), α Bootis.
23. Arneb, α Leporis.
24. Aſellus (nördlicher), γ Cancri.
25. Aſellus (ſüdlicher), δ Cancri.
26. Bellatrix, γ Orionis.
27. Beteigeuze (auch die Schulter des Orion), α Orionis.
28. Canopus, α Argo navis.
29. Capella (auch die Ziege, α Aurigae.
30. Caſtor, α Geminorum. †
31. Chaph, β Cassiopeiae.
32. Curſa, β Eridani.
33. Deneb, α Cygni. †
34. Denebola (auch der Schwanz des Löwen), β Leonis. †
35. Diphda, β Ceti.
36. Dubhe, α Ursae maj.
37. Elektra, b Plejadum.
38. Enif, ε Pegasi.
39. Fomalhaut, α Piscis australis.
40. Gemma (auch der Edelſtein), α Coronae boreal.
41. Giedi, α Capricorni.
42. Hamal, α Arietis.
43. Izar, ε Bootis.
44. Kiffa (nördliche), β Librae.
45. Kiffa (ſüdliche), α Librae.
46. Kochab, β Ursae min.
47. Markab, α Pegasi.
48. Megrez, δ Ursae maj.
49. Mekab, α Ceti.
50. Merak, β Ursae maj.
51. Merope, d Pleiadum.
52. Meſorthim, γ Arietis.
53. Mira, o Ceti.
54. Mirach, β Andromedae.
55. Mirfok (auch Algenib), α Persei.
56. Mirza, β Canis maj.
57. Mizar, ζ Ursae maj.
58. Nath, β Tauri.
59. Phekda, γ Ursae maj.
60. Pleione, h Pleiadum.
61. Pollux, β Geminorum.
62. Praeſepe, ε Cancri.
63. Procyon (auch der kleine Hund), α Canis min. †
64. Ras-Algeti, α Herculis.
65. Ras-Alage, α Ophiuchi.
66. Regulus (auch das Herz des Löwen), α Leonis,
67. Rigel (auch Fuß des Orion) β Orionis.*
68. Ruccabah (auch Cynoſura, der Polarſtern), α Ursae min.
69. Scheath, β Pegasi.
70. Schedir, α Cassiopeiae.
71. Sertan, α Cancri.
72. Sheliak, β Lyrae.
73. Sirra, α Andromedae.
74. Sirius (auch der Hundsſtern), α Canis maj.
75. Spica (auch die Kornähre der Jungfrau), α Virginis. †
76. Sulaphat, γ Lyrae.
77. Taygeta, e Pleiadum.
78. Thuban, α Draconis.
79. Vindemiatrix, ε Virginis.
80. Wega (auch die Leyer), α Lyrae.
81. Wezen, δ Canis maj.
82. Zaurak, γ Eridani.
83. Zavijava, β Virginis.

Cäſius, der uns ſchon oben bekannt gewordene aſtronomiſche Dichter, hat (S. 12 ſeines erwähnten Werkes) diejenigen 15 der voranſtehenden Fixſterne, die nach ſeinem Urtheile den erſten Rang behaupten, in die folgenden ſechs Hexameter gebracht, welche ich zur Gedächtniß-Unterſtützung auch hier folgen laſſe:

* In dieſem, alſo ſchon durch die drei Namen-tragenden Sterne Bellatrix, Beteigeuze und Rigel ausgezeichneten ſchönen Sternbilde des Orion führen auch noch die, in einer ſchrägen Linie ziemlich gleich weit von einander ſtehenden drei andern Sterne δ, ε und ζ (im Gürtel) den Eigennamen Jacobsſtab.

„Prima luce *Canis major* (Sirius) praefulget in austro;
Mox *humerus dexter* (Beteigeuze), pes laevus Orionis (Rigel); inde
Est *oculus Tauri* (Aldebaran); supraque *corusca Capellae* (Capella);
Hinc *Lyra* (Wega); *Arcturus* (Arktur); *Cor Scorpii* (Antares); *Arista puellae* (Spica);
Anteit *cor Hydrae* (Alphard); sic *cor* et *cauda Leonis* (Regulus und Denebola);
Ast infra *Fomahand* (Fomalhaut) lucet, *Canopus* (Canopus), *Acarnar* (Achernar).

Es bleibt mir jetzt nach dieser Namhaftmachung der Sternbilder und der vorzüglichsten Einzelsterne noch übrig, Anweisung zur Orientirung zwischen ihrer Fülle zu ertheilen. Das sicherste und bequemste Mittel dazu bleibt immer der, in dieser Rücksicht auch schon vorn hervorgehobene Himmelsglobus.* Man stelle denselben auf die, als bekannt vorausgesetzte Polhöhe des Ortes, daß also der Nordpol desselben gegen den Polarstern gerichtet ist, welches durch Schieben des (Messing-) Meridians in den Einschnitten des, den Horizont vorstellenden Globusrandes (vergl. Himmelskugel, künstliche, S. 761 und 763) bewirkt wird; hierauf bringt man den Ort der Sonne** in der Ekliptik (den ebenfalls als bekannt vorausgesetzten Grad der Länge)* für den gegebenen Tag (Mittag) unter diesen Meridian, hebt den Zeiger des Stundenkreises („Index der Rose") erst ab, befestiget ihn dann auf 12 Mittags, und drehet den Globus hiernächst unter dem Messingmeridian (rechts oder

* Eine Nachweisung der Handlungen, aus welchen man sich vorzugsweise mit guten solchen „Himmelsgloben" versehen kann, zu Schlusse des auch oben citirten Art. Himmelskugel, künstliche; — vom Hülfsmittel der Sternchärten handle ich im eigenen Artikel.

** Mit dem Gegenstande noch nicht vertraute Leser könnten fragen, was die „Sonne" bei der hier beabsichtigten „Orientirung am Fixsternhimmel" zu thun habe? Allein der Stand der Sonne, oder, wie ich es betrachten will, vielmehr der Stand der Erde in ihrer Bahn gegen die Sonne, ist für die Erscheinungen des Fixsternhimmels allerdings entscheidend. Sey, um dieß an einem Beispiele zu zeigen, Figur 1. der Tafel XX, E die Erde in ihrer Bahn um die Sonne S, und A ein Fixstern, z. B. der oben genannte Aldebaran (das Auge des Stiers), von welchem ich gleich bevorworte, daß die Gesichtslinien aus allen Puncten der Erdbahn nach ihm, wegen der unermeßlichen Fixstern-Entfernung, unter sich parallel sind. Ist also die Erde, wie es sich mit Bezug auf diesen Stern zu Ende des Mai's trifft, in E, so steht ihr (die Figur zeigt Alles augenscheinlich) Aldebaran in A hinter der Sonne, culminirt Mittags, und wird vor den Sonnenstrahlen gar nicht gesehen. Kommt die Erde nach 3 Monaten, Ende des Augusts (um mich auf die Hauptstellungen zu beschränken), nach E', so erscheint ihr der Stern in A' 90° (= Winkel A'E'S) westlich von der Sonne, und geht also 6 Uhr Morgens durch den Meridian. Wieder nach 3 Monaten, Ende Novembers, findet sich die Erde in E'' gerade zwischen S und A, und sieht den Stern demnach um Mitternacht, gleichwie abermals 3 Monate nachher, Ende Februars, aus E''' in A'', 90° (= Winkel A''E'''S) östlich von der Sonne, um 6 Uhr Abends im Meridian. — Eben so verhält es sich, mit bloßer Ausnahme der für den bestimmten Erdort beständig sichtbaren oder unsichtbaren (der Circum-Polar-) Sterne, hinsichtlich des ganzen übrigen Fixsternhimmels; diejenigen Fixsterne, bei denen sich die Sonne eben zeigt, werden dann gar nicht, sondern erst später gesehen; — und es kommt also, wie ich sage, ganz auf den Himmelsort der Sonne an, welche Sterne zu unserem Anblicke kommen können.

* Da sich der Aequinoctialpunct, von welchem ab die Längen gezählt werden (s. Vorrücken der Nachtgleichen), gegen die Fixsterne alljährlich etwas verrückt, so darf der Globus (Himmelskugel, künstliche, S. 769) nicht zu alt seyn.

links), bis der sich nunmehr mitdrehende Zeiger die verlangte Abend- oder Morgenstunde zeigt: so ist der Globus „orientirt," d. h. er stellt in dieser Lage ein getreues Bild des Himmels, von dessen Nordpole, welchem sein Nordpol entspricht, ab, vor. Erblickt man also nunmehr an irgend einer Himmelsstelle einige durch ihre Configuration ausgezeichnete Sterne, so beobachtet man ihre Lage und Richtung gegen den Himmels-Nordpol, verfolgt dieselbe Richtung auf dem Globus von dessen Nordpol ab, und kann solchergestalt das betreffende, auf demselben mit seinen Contouren verzeichnete und benannte Sternbild unmöglich verfehlen. Auch braucht man, umgekehrt, nur zwei oder drei der größeren Fixsterne oder auch eine oder einige Constellationen am Himmel selbst bereits zu kennen, wonächst man sie sich auf dem Globus aufsucht, sie dort mit andern Sternbildern verbindet, und diese Verbindung demnächst am Himmel wiederholt. So kennt z. B. Jedermann am Himmel das oben erwähnte Sternbild des großen Bären und diejenigen 7 Sterne darin, welche, angeführtermaßen, einen Theil desselben unter dem Namen des großen Wagens abgeben, wo die in einem Viereck stehenden Sterne die 4 Räder, und die andern 3 die Deichsel vorstellen. Sucht man dieses Sternbild also nun auf dem Globus auf, zieht durch die beiden Hinterräder eine Gerade und verlängert dieselbe nach dem Nordpole hin, so trifft sie den äußersten Stern im „Schwanze" des nicht weniger allgemein bekannten Sternbildes des kleinen Bären; dieser Stern ist der Polarstern (vergl. d. Art., wo das nämliche Verfahren zur Auffindung vorgeschrieben ist), Ruccabah (Cynosura), α Ursae min. unseres Verzeichnisses; und die Ermittlung am Himmel wird demnächst keine weiteren Schwierigkeiten haben.

Diese Methode der Verbindung der Einzelsterne durch gerade Linien („Alignement"), oder eigentlich durch Bögen der größten Kreise an der Innerfläche der scheinbaren Himmelshohlkugel ist um so mehr zu empfehlen, da die Umrisse (Contouren) der Sternbilder selbst, wie ich auch gleich bevorwortet habe, meistens nur eine sehr entfernte Aehnlichkeit mit den Gegenständen besitzen, deren Namen sie führen. Gleichwohl bezieht man sich meistens lieber auf diese, nun einmal admittirten Bilder selbst; und ich lasse daher für Leser, welche zugleich keinen Globus besitzen, oder dessen Anwendung, wie sie hier vorgeschrieben ist, zu beschwerlich finden, noch eine andere

Anweisung, die Sternbilder kennen zu lernen,

folgen, welche wir dem würdigen Dorpat'er Astronomen Mädler verdanken, und welche wohl jedem Bedürfnisse genügen wird.

„Die Betrachtung des Himmels," so drückt sich aber unser Mädler einleitend aus, „ist sicherlich eben so alt, als das Menschengeschlecht. Die ältesten Urkunden der Völker erwähnen der Gestirne und ihrer Namen: die frühesten Religions-Systeme knüpften sich, mittelbar oder unmittelbar, an den gestirnten Himmel. Die Frage nach dem Ursprunge der Sternbilder ist daher zugleich eine der leichtesten, wie eine der schwersten; ersteres, insofern es wohl keinem Zweifel unterliegt, daß der Mensch, so wie er nur überhaupt anfing, den Dingen Namen zu geben, auch nicht lange gesäumt haben wird, die Lichter seines nächtlichen Himmels zu benennen; letzteres, wenn man wissen will, welche besondere Bedeutung und Beziehung jedes einzelne Sternbild habe. Merkwürdig, obwohl leicht aus dem Gesagten erklärlich, ist es, daß die verschiedenen alten Völker, so verschieden auch ihr religiöser Cultus, ihre Sprache und ihre Lebensweise war, doch eine so große Uebereinstimmung in Bezeichnung und Benennung der Gestirne darbieten, daß wir in der Bibel, bei den Chaldäern, Griechen und Egyptern denselben Namen und Bildern begegnen, und daß beinahe nur die Chinesen, die fast in allen irdischen Dingen das gerade Widerspiel der Europäer sind, auch den Sternenhimmel auf ihre eigene Weise eingetheilt haben.

Im Allgemeinen ist nicht zu verkennen, daß die Götterlehre der Alten mit ihren

Sternbildern in der genauesten Verbindung stand. Attribute der Götter, Thiere, die ihnen geheiligt waren oder sonst in näherer Beziehung zu ihnen standen, Helden und Herrscher, Erfinder und ihre Erfindungen waren es, deren Andenken durch dieses unvergänglichste aller Monumente bewahrt werden sollte. Aber wir stehen zu fern von jenen Zeiten, sind zu wenig in ihren Cultus und ihre Denkweise eingeweiht, als daß wir hoffen dürften, überall die richtige Erklärung zu treffen; waren doch schon die Alten selbst nicht einig darüber, und geben uns, die wir in ihnen geschichtliche Aufschlüsse suchen, nur ihre eigenen Privatmeinungen mit mehr oder minderem Selbstvertrauen. — Deßhalb ist es am besten, die Sternbilder zu nehmen und zu lassen, wie sie nun einmal Jahrtausende lang bestehen, um so mehr als die Wissenschaft nichts dabei gewinnen kann, wenn willkürliche Aenderungen hierin gemacht werden. Unbekümmert um das, was die Vorzeit sich bei ihnen gedacht haben möge, sind uns die Sternbilder Hülfsmittel, uns am Firmament zurecht zu finden. Niemand, selbst nicht der kundigste Astronom, kann jeden einzelnen Stern seiner Lage und Größe nach im Gedächtniß haben; jeder Mensch aber, oder er müßte sich so gänzlich in das Großstädterleben versenken, daß für ihn die Natur da draußen überhaupt nicht vorhanden ist, bedarf einer Kenntniß des gestirnten Himmels, ohne welche der Schiffer, der Jäger, der nächtliche Wanderer jeden Augenblick in Verlegenheit und Gefahr gerathen würden, und die also auch ein sehr dringendes, materielles Bedürfniß selbst für den ist, der kein höheres und edleres in ihnen sucht. — Die Alten hatten ihre Sternbilder zwar über den ganzen Himmel verbreitet, doch nicht alle Räume desselben damit vollständig besetzt. Wie zwischen den ältesten Staaten und Reichen der Erde, so blieb auch zwischen den durch Bilder bezeichneten Regionen des Himmels noch viel leerer Zwischenraum; doch ähnlich, wie in solchen hier unten nirgend große Städte und andere wichtige Puncte lagen, sondern meist nur arme Hirten und Nomaden vergessen und unbeachtet hausten, so waren auch die Figuren am Himmel so angeordnet und vertheilt, daß nur die mit kleineren Sternen sparsam besetzten Räume unbenannt blieben. — Die achtundvierzig* Sternbilder, welche ihren altklassischen Adel dokumentiren können, reichen daher auch noch heut für den, welcher kein tieferes Studium beabsichtigt, sondern nur eine Sternenkunde für die Orientirung im gewöhnlichen Leben bezweckt, fast überall aus. Nur in den Gegenden um den Südpol, die man in Griechenland und Egypten nicht mehr sehen konnte, und die man also in unsern Gegenden noch viel weniger sieht, haben die Seefahrer des sechszehnten und siebenzehnten Jahrhunderts noch bedeutend helle Sterngruppen gefunden, welche neu zu benennen waren. — Dieß ist denn auch in reichlichem Maße geschehen, ja man hat auch in den übrigen Gegenden des Firmaments die Zwischenräume mit neuen Sternbildern besetzt, so daß gegen Ende des siebenzehnten Jahrhunderts bereits der ganze Himmel unter etwa siebenundsiebenzig Sternbilder vertheilt war, die überall an einander gränzten, so daß es fortan keinen, selbst keinen neu entdeckten Stern mehr geben konnte, der nicht einem Sternbilde bestimmt angehörte. Damit hätte nun billig Alles abgeschlossen seyn sollen. Aber die Astronomen, wie nahe auch dem Himmel verwandt, sind doch keineswegs so frei von allen menschlichen Leidenschaften, daß nicht namentlich die liebe Eitelkeit Manche von ihnen beschleichen sollte. War eine neue Entdeckung oder Erfindung gemacht, so begnügte man sich nicht, sie auf der Erde in Anwendung gesetzt zu sehen; man mußte sie auch noch am Himmel unterbringen. Schmeichelei versetzte die Attribute berühmter und unberühmter Könige an den Himmel; ja man ging noch weiter, und Lalande schob seine Lieblingskatze zwischen die hehren Götter- und Heroengestalten mitten hinein, obgleich ein alter und ein junger Löwe nebst einem Luchse, den Hevel eingeführt hatte, das Katzengeschlecht wohl genügend vertraten.

Es hat wirklich etwas Komisches, wenn auf den neueren Sternkarten, neben den

* Vergl. vorn, wo diese 48 Sternbilder der Alten namentlich aufgeführt sind.

mächtigen und imposanten Bildern des Orion, des großen Hundes, des Wallfisches und Centauren, eine Buchdruckerwerkstatt, eine Elektrisir-Maschine, eine Malerstaffelei und ein chemischer Ofen zu finden, wir einen Luftball herumfliegen und eine Georgsharfe vergebens die Hand suchen sehen, welche ihre Saiten anschlage. Möchte der Vorschlag des verewigten Olbers, den er in einem nach seinem Tode gedruckten Aufsatze über die neueren Sternbilder gethan, diese unnützen und geschmacklosen* Namen der Sternbilder wieder abzuschaffen, allgemeine Zustimmung erhalten! — Für unsern gegenwärtigen Zweck ist die Frage übrigens gleichgültig. Mögen diese neuen, dem bloßen Auge so gut als unsichtbaren, eben so plan- als geschmacklos gebildeten Zeichen sich fernerhin in Karten und astronomischen Schriften erhalten oder nicht; wir wollen hier nichts als die kenntlichsten, ausgezeichnetsten, für allgemeine Orientirung am Himmel und auf der Erde nothwendigsten Bilder zusammenstellen, und dazu reichen die Sternbilder der Alten fast allein schon aus.

Bei der hier folgenden allgemeinen Anweisung, wie man es anzufangen habe, mit dem Himmel bekannt zu werden, haben wir zunächst Deutschland und die benachbarten Länder, überhaupt solche im Auge, die um den fünfzigsten Breitengrad, der etwa durch Deutschlands Mitte zieht, herumliegen. Alle näheren Angaben, die nicht für die ganze Erde gleichmäßig gelten, sind also zunächst auf diesen Grad zu beziehen. — Man suche zunächst den Polarstern auf. Unser nördlicher Himmel hat den großen Vorzug, in dem hellen Sterne am Schwanze des kleinen Bären einen der Weltare sehr nahe stehenden Stern zu besitzen, den man immer in derselben Gegend des Himmels findet und ihn für allgemeine Orientirung ohne Fehler als Mittelpunct der Bewegungen betrachten kann. Er gibt zugleich mit überall ausreichender Sicherheit die Himmelsgegend Norden an, wenn man von ihm aus den kürzesten Weg zum Horizont hinab einen Bogen zieht. — Ist man sicher, ihn stets wieder zu erkennen, so merke man sich die hellsten und ausgezeichnetsten der um den Pol herumliegenden Sternbilder, und zwar eins nach jeder Himmelsgegend. Am geeignetsten sind hierzu: der große Bär (Himmelswagen), die Cassiopeja, der Stern Capella im Fuhrmann und Wega in der Leyer. Die beiden ersten, wie die beiden letztern, stehen in Bezug auf den Polarstern einander fast gegenüber, so daß, wenn z. B. eins derselben im Norden steht, die übrigen drei die Richtungen Ost, West und Süd nahezu bezeichnen.

So wie es hier, Fig. 2 und 3 unserer Tafel XX, gezeichnet ist, erblickt man die angeführten Sternbilder zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche um Mitternacht; für die Herbstnachtgleiche muß man das Bild umkehren; für die kürzeste Nacht des Jahres muß die Leyer oben stehen, für die längste der Fuhrmann. Keines dieser Gestirne geht für Norddeutschland unter; nur Wega für die Gegenden, welche südlich von Dresden und Leipzig liegen, und nur auf sehr kurze Zeit. Man wird sie daher in jeder heitern Nacht und zu jeder Stunde derselben auffinden und als eine sichere Grundlage gebrauchen. — Auf dem zweiten Blatte sieht man sämmtliche, dem bloßen Auge deutlich sichtbaren Sterne, welche zu Berlin nie untergehen.

Es sind nämlich die Sterne der vier ersten Größen, deren diese Gegend hundertundzwanzig enthält, und die sich auf fünfzehn Sternbilder vertheilen. Scharfe Augen unterscheiden zwar noch Sterne der fünften und sechsten Größe, doch nur in den heitersten Nächten, und es kommt zunächst nicht darauf an, diese zu kennen, sondern die auch unter minder günstigen Umständen noch sichtbaren und sich deutlich hervorhebenden zu unterscheiden. — Zwischen dem großen und kleinen Bären zieht ein Bogen von Sternen sich um letztern herum und bildet mit einigen, weiter abwärts nach Wega zu liegenden das Sternbild des Drachen. Zwischen dem Drachen und der Cassiopeja liegt das nicht sehr ausgezeichnete Bild des Cepheus, und in den fast leer erscheinenden großen Raum zwischen dem Polar-

* Ich habe schon vorn auf diese Trivialität der astronomischen Terminologie aufmerksam gemacht.

ſtern und dem Fuhrmann, wo ſich nur wenige Sterne der vierten Größe befinden, theilen ſich das Camelopard und der Luchs. — Die übrigen, am Rande des Blattes herum gruppirten Sternbilder, von denen die hier nicht gezeichneten Theile zu Berlin untergehen, ſieht man am beſten, wenn ſie ſich in der Nähe des Zenithes befinden, und dieß geſchieht für den Fuhrmann in den Mitternächten des Decembers und Januars, für den Luchs im Februar, für den großen Bären im März, den Bootes im April und Mai, den Herkules im Mai und Juni, die Leyer im Juli, den Schwan im Auguſt, die Andromeda im September und October, den Perſeus im November. Will man dieſe Sternbilder in andern als den angegebenen Monaten im Zenith ſehen, ſo muß man für jeden, von da ab gezählten Monat ſie zwei Stunden früher aufſuchen. Will man alſo z. B. den Perſeus im Januar im Scheitel haben, ſo wird man, da zwei Monate ſeit November verfloſſen ſind, 2mal 2, d. h. vier Stunden vor der Mitternacht, alſo um acht Uhr Abends ſie aufſuchen müſſen; und wenn die ſo berechnete Zeit in den Tag fällt, ſo folgt, daß man ſie alsdann gar nicht im Zenith, ſondern nur in andern Gegenden des Himmels während der Nacht finden wird.

Durch die Sternbilder Perſeus, Caſſiopeja, Cepheus und Schwan zieht ein Theil des großen Gürtels, der unter dem Namen der Milchſtraße bekannt iſt. Sie wird deßhalb auch in allen Nächten geſehen, nur freilich unter ſehr verſchiedenen Umſtänden. Im Frühling zeigt ſie ſich um Mitternacht tief am Nordhimmel, ja in den ſüdlichſten Gegenden Europa's iſt ſie alsdann ſo gut als unſichtbar. Die hellen Nächte der Sommermitte ſind ihrer Sichtbarkeit ungünſtig, ſo wie die Mondſchein-Perioden ſie gleichfalls unſcheinbar machen. Dagegen zieht ſie in den Herbſtnächten und zu Anfang des Winters hoch am Himmel hin und durch den Scheitelpunct oder nahe daran vorüber, und für die glänzendſten Partien derſelben ſind dieſe Nächte überdieß die vortheilhafteſten. — Hat man die angegebenen Bilder ſeinem Gedächtniſſe eingeprägt, ſo kann man die Sternbilder des Thierkreiſes folgen laſſen, die überdieß, da Sonne, Mond und Planeten (einige teleskopiſche ausgenommen) ſich ſtets innerhalb des Thierkreiſes halten, die wichtigſten ſind. Doch kann man ſie in keiner Nacht des Jahres alle beobachten, da das, in welchem eben die Sonne ſteht, und eben ſo die beiden, welche öſtlich und weſtlich daran gränzen, unſichtbar ſind. Ihre Namen ſind allbekannt. Will man ſie ſich in der Ordnung merken, wie ſie in den Mitternächten des Jahres am höchſten (im Süden) ſtehen, ſo muß man, ihrem gegenwärtigen Stande nach, mit den Zwillingen anfangen, die in der Mitternacht des 1. Januar durch den Meridian gehen. Am 1. Februar iſt dieß der Fall mit dem Krebſe u. ſ. w., ſo daß man am 1. December um Mitternacht den Stier im Meridian erblickt. Wir werden indeß hier mit dem Widder beginnen, den man am 1. November im Süden hat.

Die beiden hellſten und kenntlichſten Sterne des Widders (Fig. 4 der Tafel XX.) ſtehen, wenn ſie durch den Meridian gehen, ſo wie es hier angegeben iſt; beim Aufgange hingegen ſtehen ſie wagerecht neben einander, gleichwie beim Untergange ſenkrecht über einander. — Auf den Widder folgt der Stier, der einen Stern erſter Größe Aldebaran beſitzt, welcher mit fünf andern kleineren die Hyaden (Regenſterne) bildet; noch eine reichere Sterngruppe in dieſem Bilde ſind die Plejaden* (oder das Siebengeſtirn), indem auch unbewaffnete Augen ſieben Sterne darin entdecken; — die beiden hellen Sterne im öſtlichen Theile des Bildes (links) nennt man die Hörner des Stiers. — Hierauf folgt ein faſt eben ſo glänzendes Sternbild, die Zwillinge, auch Caſtor und Pollux nach ihren beiden hellſten Sternen genannt. Caſtor iſt der nördliche, von grünlicher Farbe und ein Doppelſtern; Pollux der ſüdliche. Kurz nach dem Aufgange ſtehen ſie ſenkrecht, kurz vor dem Untergange wagerecht neben einander. Sie bilden die Köpfe

* Beide Sterngruppen ſind ſchon vorn im Verzeichniſſe beim Bilde des Stiers erwähnt.

der beiden Zwillinge; die helleren Sterne im gegenüberliegenden Theile des Bildes bezeichnen die Füße. Unter allen Sternbildern des Thierkreises steigen die Zwillinge am höchsten gegen das Zenith empor.

Jetzt gelangen wir zu einem kleinen und dunklen Sternbilde, dem Krebse. Er hat nur Sterne vierter und kleinerer Größen, unter denen sich aber mehrere doppelte und selbst ein dreifacher befinden. Zwischen den beiden in der Mitte, welche den Namen nördlicher und südlicher Esel führen, liegt ein Sternhaufen, die Praesepe, sehr reich, aber minder glanzvoll als die Plejaden. — Von andern Sternbildern sehen wir noch auf diesem Blatte den Triangel, die Insel Sicilien vorstellend. Er hat nur wenige und kleine Sterne. Ferner Theile des Perseus, Fuhrmanns und Luchses, die aber hier nur schwache Sterne zeigen. — Glänzender und reicher sind die Bilder am Südrande des Blattes. Hier zeigt sich ein Theil des Wallfisches, dann das glänzendste Sternbild des ganzen Himmels, Orion, der hier einen röthlichen Stern erster Größe hat; ein Theil des Einhorns und sodann der kleine Hund, mit dem hellstrahlenden Procyon. Der Sextant ist nur schwach und kaum kenntlich. Die Milchstraße, aus dem Bilde des Perseus kommend, durchzieht hier einen Theil des Stiers, der Zwillinge und des Einhorns; sie ist in dieser Gegend nicht ganz so hell und breit, als gegenüber im Schwan.

In Figur 5 unserer Tafel XX. folgt nun zunächst der Löwe, welcher in den Märznächten am besten sichtbar ist. Der hellste Stern darin ist Regulus (das Löwenherz), über welchem ein schöner goldfarbiger Doppelstern funkelt. Diese beiden und noch drei andere, im östlichen Theile des Bildes stehende machen den Löwen am besten kenntlich. An kleineren Sternen ist diese Gegend nicht sonderlich reich. — Das große Sternbild der Jungfrau zeigt sich am Mitternachtshimmel des März und April. Es ist ziemlich leer an kleinern Sternen, dagegen angefüllt von mehr als vierhundert Nebelflecken, die nirgend am Himmel in so dichtem Gedränge stehen, als im nordwestlichen Theile dieses Bildes. Mit bloßem Auge ist kein einziger sichtbar, dagegen kann man wahrnehmen, daß in dieser Gegend der Grund des Himmels etwas geringere Schwärze zeigt, als anderwärts. Fünf Sterne dritter Größe bilden hier zwei symmetrische Bögen, während im östlichen Theile fünf andere den Saum des Kleides der Jungfrau bezeichnen. Zwischen beiden Gruppen steht eine dritte, deren Mittelpunct der helle Stern Spica (die Kornähre, welche die Jungfrau in der Hand hält) bildet. Spica gehört schon zu den südlichen Sternen, und bleibt nur so lange über dem Horizont, als die Sonne am 18. October. — Hierauf folgt die Wage, die man am besten Anfangs Mai sieht: sie zeichnet sich durch zwei helle Sterne aus, welche die beiden Schalen der Wage bilden und beim Untergange senkrecht über einander stehen. Die große und reiche Sterngruppe südwestlich von den Wagschalen, die zum Theil dem folgenden Bilde angehört, kann man in Norddeutschland schon nicht mehr in ihrem vollen Glanze sehen, da sie zu tief steht und die Nächte des Mai's schon nicht mehr die volle Dunkelheit haben. Süddeutschland und noch besser Italien zeigt sie dagegen in voller Pracht. — Der Scorpion würde ohne seinen Stern erster Größe (Antares) im Norden kaum mehr bemerkt werden, da er sich fast nur in den hellen Julinächten zeigt; indeß gruppiren sich die ausgezeichneteren Sterne dieses Bildes ziemlich symmetrisch und machen es dadurch kenntlich. Für den Bewohner der südlichen Halbkugel dagegen bildet der Scorpion den Anfang eines großen und breiten Gürtels, der sich am Südpol vorüber und bis zum Orion hinzieht. — Noch findet man hier das Haar der Berenice und den Bootes, dessen Hauptstern der schöne rothe Arcturus bildet, den man eine Zeitlang für den der Erde nächsten Fixstern hielt. Auch die übrigen Sterne dieses Bildes sind sehr kenntlich gruppirt, und es befinden sich unter ihnen eine große Anzahl merkwürdiger Doppelsterne. — Die nördliche Krone, deren Hauptsterne hier noch dargestellt sind, der hellste von ihnen heißt Gemma (Edelstein). — Endlich zwei große Sternbilder, Herkules (das Bild, wohin sich unser Sonnensystem bewegt) und Ophiuchus (Schlangenträger) mit der Schlange.

Der hellste Stern des Ophiuchus steht nahe neben dem hellsten des Herkules, und sie bilden die Köpfe beider Figuren. Der des Herkules ist veränderlich, d. h. er zeigt sich bald mehr, bald weniger hell. Es ist dieß zwar in Folge der verschiedenen Nachtdunkelheit und der größern oder geringern Heiterkeit der Atmosphäre, so wie des höhern oder tiefern Standes, mehr oder minder bei allen Sternen der Fall; hier aber ist die Rede von einer ihm eigenthümlichen Veränderlichkeit. Man erkennt dieß am besten daran, daß er zuweilen dem neben ihm stehenden Ophiuchussterne fast gleich, ein anderes Mal dagegen merklich schwächer ist. — Die Schlange des Ophiuchus, die bis zur nördlichen Krone hinaufreicht, hat gleichfalls einen hellen Stern zweiter und mehrere andre dritter Größe.

Gegen Süden zeigen sich sehr sternenleere Gegenden. Das sich weit herumschwingende Bild der Wasserschlange zeigt nahe am rechten Rande der Tafel einen sehr einsam stehenden Stern Alphard, den die früheren Astronomen zur ersten Größe zählten, und der jetzt kaum zur zweiten gehört, da er z. B. den Sternen der Cassiopeja an Glanz fast noch nachsteht. Er hat also wohl im Laufe der Jahrhunderte an Glanz verloren. Weit und breit um ihn herum, besonders aber nach Süden zu, findet sich eine merkwürdige Sternenleere; gar keine großen und sehr wenig kleine Sterne. Der Sextant ist kaum kenntlich; etwas besser der Becher, in dem namentlich ein Halbkreis von sechs Sternen einigermaßen die Form eines Bechers zeigt, und der Rabe, den man rechts unterhalb Spica sieht.

Die vier letzten Sternbilder des Thierkreises zeigt die folgende Figur 6 der Tafel XX.

Zunächst folgen zwei sehr sternenarme und namentlich für unsere Gegenden unscheinbare Sternbilder, der Schütze und Steinbock. Man sieht sie nur in den hellsten Sommernächten tief am Südhimmel, und muß die benachbarten Sternbilder zu Hülfe nehmen, um sich ihre Lage einzuprägen. Den besten Anhaltpunct gewährt der helle Stern des Adlers, der in den Mitternächten des Juli culminirt. Rechts unter ihm, allein in ziemlicher Entfernung, steht dann der Schütze, links der Steinbock, beide nahe am Horizont. — Besser sichtbar ist der Wassermann, wiewohl er auch nur Sterne dritter und vierter Größe zeigt. Ueberhaupt sind diese vier letzten Bilder des Thierkreises die ärmsten, sowohl mit den andern acht Bildern, als auch mit den sie umgebenden und nicht zum Thierkreise gehörenden verglichen. Im Wassermann sind drei Sterne im nördlichen Theile am kenntlichsten, sie sind von der dritten Größe und stehen links, südöstlich von den hellen Sterngruppen des Adlers und Delphins. — Die Fische beschließen den Kreis. Nur ein Stern in der südöstlichen Ecke am Bande der Fische zeichnet sich einigermaßen aus: er ist zugleich ein Doppelstern. Seine beste Sichtbarkeit fällt in die October-Nächte; er steht dann gerade südlich unter den hellen Sternen des Widders.

Noch zeigen sich auf dieser Figur: Der Schlangenträger, in dem sich einige glänzende Sterngruppen befinden, wiewohl er im Ganzen nicht zu den reichen Bildern gehört. Ein Theil des Herkules, meist nur kleine Sterne enthaltend. Das glänzende Sternbild des Adlers, dessen südlicher Theil (ohne bestimmte Abgrenzung) Antinous heißt. Hier zeichnet sich Athair als Stern erster Größe aus; er hat zugleich eine ziemlich starke eigene Bewegung. Von den beiden ihm zunächst stehenden ist der südliche veränderlich. Auch im südlichen Theile des Bildes, wo die Sternkarten den Antinous zeichnen, stehen ziemlich helle Sterne.

Oestlich und nördlich vom Adler gruppiren sich vier kleine Sternbilder, unter denen der Delphin das glänzendste ist. Fünf Sterne dritter Größe stehen hier nahe bei einander. Die drei übrigen: Füllen, Pfeil und Fuchs, enthalten nur schwächere Sterne. Im Fuchse erschien 1671 ein neuer Stern, der wieder verschwunden ist. — Nördlich darüber ein Theil des Schwans, mit drei kenntlichen Sternen. — Oestlich der sehr kenntliche Pegasus, wo drei Sterne zweiter Größe mit einem vierten noch helleren, zur Andromeda gehörig, ein ziemlich regelmäßiges Quadrat bilden, was auch den Namen Tisch führt. Der innere

Raum dieses Tisches ist fast leer; im übrigen Theile des Bildes stehen dagegen noch einige gut kenntliche Sterne. — Andromeda, in deren südlichem hier vorkommenden Theile ein Stern erster Größe steht, der jetzt den Anfangspunct des Himmels bezeichnet. Er steht nämlich am Tage der Frühlingsnachtgleiche mit der Sonne zugleich im Meridian. — Am südlichen Rande des Blattes finden wir den südlichen Fisch (von dem Bilde der Fische wohl zu unterscheiden) mit einem Sterne erster Größe, Fomahaud (richtiger Phamalhut), der aber in Deutschland sehr wenig, in Stockholm und Petersburg gar nicht mehr gesehen wird. — Endlich der Wallfisch, dessen weit umher zerstreute Sterne doch ziemlich kenntlich gruppirt sind. Die Milchstraße zieht, vom Schwane herkommend, in doppeltem Zuge durch den Fuchs, Pfeil, Adler, Antinous, Scorpion und Schützen. Die Vereinigung beider getrennten Arme erfolgt erst in Gegenden, die unter unserem Horizont liegen.

Hat man sich mit diesen Bildern bekannt gemacht, so ist man im Ganzen ziemlich am Himmel orientirt, und es bleiben nur noch eine kleine Anzahl, besonders am südlichen Himmel, übrig, die hier theils noch gar nicht, theils nicht vollständig gegeben sind.

Diese hier noch aufzuführenden Bilder sind sämmtlich so gelegen, daß man sie nahe um die Zeit ihres Meridiandurchganges betrachten muß, um sie möglichst deutlich wahrzunehmen. Je weiter gegen Süden, desto besser und häufiger sind sie sichtbar, und für die jenseit des Aequators liegenden Länder stehen sie hoch am Himmel, während unsere nördlichen Sternbilder Bär, Herkules, Leyer, Fuhrmann u. a. nach und nach aufhören, sichtbar zu seyn. Man muß demnach in unsern Gegenden, wenn man die hier verzeichneten Bilder kennen lernen will, die Jahreszeitenfolge desto strenger inne halten, je weiter südlich sie liegen. Wählt man die Mitternacht, so wird man die Bilder des ersten Blattes, von rechts nach links gezählt, in den Monaten October bis Februar, die des zweiten im Februar bis Juni, die des dritten im Juni bis October am besten sehen; will man seine Beobachtungen um 11 Uhr Abends machen, so muß man sie einen Monat später an der betreffenden Stelle erwarten.

In den Winternächten also wird man die Figur 7 der Tafel XX. vergleichen. Das uns schon bekannte Sternbild der Fische steht (in der ersten Mitternacht des Jahres) tief im Westen; einzelne Theile sind schon untergegangen; der helle Stern an der Gränze des Wallfisches aber glänzt noch bis gegen 1 Uhr hin. Ihm folgt im Südwesten der Wallfisch, ein großes, aber nicht sehr reiches Sternbild, und links daneben der sehr ähnliche Eridanus, ein fabelhafter Fluß der Alten, dessen weitere südliche Fortsetzung in Europa nicht mehr sichtbar ist. Alles dieß aber wird weit überstrahlt durch den prachtvollen Orion und durch das große, fast gleichseitige Dreieck, welches die drei hellsten Sterne Orions, des kleinen und des großen Hundes mit einander bilden. Dieses schönste Glanzgestirn unseres Firmaments steht alsdann gerade im Süden, und zwar so, daß Sirius im Meridian steht in der Minute, mit welcher das Jahr anfängt.* Vom Orion nach Süden gehend, sieht man das Gestirn des Hasen, und im südlichen Deutschland auch noch das der Taube. Das große Einhorn zwischen den beiden Hunden verschwindet fast ganz vor dem Glanze der Nachbargestirne; vom Schiff Argo sind im tiefsten Südsüdost einige bleiche Sterne zu sehen (die schönsten dieses Bildes bleiben uns ganz verborgen) und weiter östlich ist eine fast ganz sternenleere Gegend, in der man den einsamen Alphard (das Herz der Wasserschlange) mit einiger Mühe wahrnimmt.

Auffallender noch tritt diese Sternenleere hervor, wenn man in den Mitternächten des Februars (oder den Abenden des März und April) das Auge auf diese Gegend richtet. Alphard steht sodann im Süden, und zwar so hoch, wie die Sonne am 1. März; aber während der schon zum Untergang sich neigende Orion und die beiden Hunde auch

* Jetzt zwar trifft dieß noch schärfer für die vorhergehende Nacht (30. zum 31. December) zu; in der letzten Hälfte des Jahrhunderts aber wird dafür die Neujahrsnacht mit aller Strenge eintreten.

jetzt noch alles Andere am Himmel überglänzen, vermag selbst ein scharfes Auge unter Alphard wenig oder nichts wahrzunehmen; ja auch über ihm und bis zum Gestirn des Löwen hin ist fast leerer Raum, den die Alten daher unbezeichnet gelassen hatten. Hier nun ist es, wo die Astronomen des siebenzehnten und achtzehnten Jahrhunderts eine Musterkarte von mathematischen, chemischen und physikalischen Instrumenten anbrachten, um der Nachwelt zu zeigen, daß sie mehr wissenschaftlichen Eifer, als Geschmack besaßen. Man hat sie bisher, da sie kein anderes Bild behinderten, noch geduldet; die Napoleonssterne dagegen, welche die französischen Astronomen mit gänzlicher Verkennung älterer Rechte aus der glanzvollsten Gegend in Orions Mitte bildeten, haben (vergl. oben) der alten Bezeichnung wieder Platz machen müssen.

Im Bilde des Wallfisches zieht ein Stern unsere besondere Aufmerksamkeit auf sich: es ist dieß der schon im Art. Fixsterne, S. 559, beschriebene, veränderliche Stern Mira, der „wunderbare," über dessen Lichtwechsel ich mich l. c. ausführlich verbreite.

Für die Sternbilder der Figur 8 der Tafel XX. wird man die Frühlingsnächte wählen; doch auch in diesen wird man sie nur mit Mühe und bei genauer Kenntniß der darüber liegenden Sterne des Thierkreises finden, namentlich im nördlichen Deutschland. Man betrachte die Figur 5 der Tafel XX, welche in der Mitte die Jungfrau darstellt. An diese schließt sich unsere gegenwärtige an. Der Becher steht in den Mitternächten des März tief im Süden, unterhalb des Löwen, und enthält nur kleine Sterne. Dasselbe gilt von dem Raben, links neben ihm, und noch mehr von dem Schwanze der Wasserschlange, die (durch den Becher vom Hauptkörper getrennt) sich durch eben so sternenleere Gegenden als dieser hinzieht. Der Centaur, ein glänzendes Sternbild für die südliche Halbkugel, läßt die wenigen Sterne, welche in Deutschland von ihm sichtbar sind, in den Mitternächten des April culminiren: sie stehen unterhalb des Bildes der Jungfrau und sind in Berlin schon kaum mehr zu sehen.

Weiter östlich, im Mai culminirend, zeigen sich die uns schon bekannten Wage und Scorpion, hier die Südgränze unseres deutschen Firmaments bezeichnend. Namentlich der Scorpion ist ein reiches und glänzendes Sternbild, zumal im Vergleich mit den bisher betrachteten; allein wir gewahren in unserem Norden von diesem Glanze wenig, und ein Theil seiner Sterne ist selbst in Italien kaum noch sichtbar. Antares, der hellste, das sogenannte Herz des Scorpions, kann für diese Gegend als Richtschnur dienen.

Auf Figur 9 der Tafel XX. gewahren wir sodann rechts zuerst den in den kürzesten Nächten des Jahres culminirenden Schützen, und links neben ihm den, am besten im Juli sichtbaren Steinbock. Links vom letzteren culminirt in den Mitternächten des August der südliche Fisch, mit dem Sterne erster Größe Fomahaud (Fomalhaut, s. vorn im Verzeichnisse). —

Nun nur noch einige Worte über denjenigen Theil des Südhimmels, welcher bei uns nie zu Gesicht kommt. Vor Allem zieht dort das südliche Kreuz (welches ich deßwegen auch schon oben hervorgehoben habe) die Blicke auf sich. Dieses Kreuz dient allen südlichen Völkern statt einer Uhr. Am 1. April ist es Mitternacht, wenn das Kreuz aufrecht steht, am 1. Mai 10 Uhr Abends u. s. w. nach der bekannten Jahreszeitenfolge. Seiner so sehr bestimmten Figur ungeachtet ist das Kreuz gleichwohl ein neues, von den portugiesischen Seefahrern eingeführtes Sternbild, denn die Alten rechneten es mit zum Centauren, und dieß ist ein Beweis neben manchem andern, daß sie wenig daran dachten, durch ihre Sternbilder die von den Gestirnen wirklich gebildeten Figuren auszudrücken. Auch kannten sie es wenig, da es sich damals kaum noch (jetzt gar nicht mehr)* über den Horizont von Ale-

* Durch das Vorrücken der Nachtgleichen (s. d. A.) verändert sich (außer der Länge und geraden Aufsteigung auch) die Abweichung der Gestirne (ihr Abstand vom Aequator), wodurch das Kreuz also so viel südlicher gekommen ist, daß es sich „jetzt gar nicht mehr über den Horizont von Alexandrien erhebt."

randrien erhob; und überdieß war ja das Kreuz der Alten nicht mehr und nicht weniger, als jede andere mathematische Figur. Dagegen stelle man sich das Entzücken *christlicher* Seefahrer vor, als sie zuerst, nach Süden schiffend, das heilige Symbol des Glaubens hellstrahlend am Firmament erblickten!

So haben wir nun ein allgemeines Bild des Himmels, *wie er uns erscheint*, aufgestellt, das freilich nur wenig ahnen läßt von dem, *wie er wirklich ist*. Wie Manches von dem, was wir als Gruppe zusammenziehen, mag in ungeheure Fernen aus einander gerückt seyn und nur für unsern Anblick hinter einander stehen, wie der Mond hinter einer Wolke! Noch manches Jahrhundert wird vergehen, bis wir die Bewegungen, Veränderungen des Glanzes und dergleichen etwas mehr als jetzt wissen, und die *wirklichen* Entfernungen — wozu bis jetzt nur erst ein schwacher Anfang gemacht ist — messen können. Und wie viel des gänzlich Unerforschten mag nicht hinter Allem, was unser bewaffnetes Auge erblickt, verborgen seyn! Doch darüber kann hier nicht weiter gesprochen werden, und wir haben unsere Absicht erreicht, wenn es uns gelungen ist, vorerst nur dem *sichtbaren* Himmel wieder einige Blicke zuzuwenden in einer Zeit, die nur zu sehr Gefahr läuft, über die freilich aller Beachtung werthen *materiellen* Interessen das höhere Bedürfniß des Geistes mehr und mehr aus den Augen zu verlieren.

Es möge nun noch eine kurze Anleitung folgen, aus den Gestirnen, wo man sich auch auf der Erde befinden möge, sowohl die *Himmelsgegenden*, als die *Zeit* zu bestimmen.

Die ersteren findet man auf der nördlichen Halbkugel am einfachsten durch den Polarstern, dessen Auffindung vorn gelehrt ist. Wendet man das Gesicht gegen ihn, so hat man zur Rechten Ost, zur Linken West, im Rücken Süd, wenigstens so genau, als es z. B. dem nächtlichen Wanderer irgend wünschenswerth seyn kann. Verlangt man sie genauer, z. B. um die Richtung der Fronte eines Gebäudes zu bestimmen, eine Sonnenuhr aufzustellen und dergleichen, so muß man berücksichtigen, daß der Polarstern nicht genau im Pole selbst steht, sondern einen, wiewohl sehr kleinen Tageskreis um ihn beschreibt; man muß also die Zeit wählen, wo er durch den *Meridian* geht, wobei man aber diese Zeit doch nur ungefähr, wie eine gewöhnliche Taschenuhr sie gibt, zu wissen braucht.

Der Polarstern geht durch den Meridian

am	6.	April	und	6.	Oct.	um	12	Uhr	Mittag und Mitternacht,
„	22.	„	„	22.	„	„	11	Uhr	Morgens und Abends,
„	7.	Mai	„	6.	Nov.	„	10	Uhr	„ „ „
„	23.	„	„	22.	„	„	9	Uhr	„ „ „
„	7.	Juni	„	7.	Dec.	„	8	Uhr	„ „ „
„	22.	„	„	22.	„	„	7	Uhr	„ „ „
„	7.	Juli	„	7.	Jan.	„	6	Uhr	„ „ „
„	22.	„	„	22.	„	„	5	Uhr	„ „ „
„	6.	Aug.	„	6.	Febr.	„	4	Uhr	„ „ „
„	21.	„	„	21.	„	„	3	Uhr	„ „ „
„	6.	Sept.	„	6.	März	„	2	Uhr	„ „ „
„	21.	„	„	21.	„	„	1	Uhr	„ „ „

wonach sich leicht die Zeit für andere Tage findet. Wenn man die Zeit auf eine *Viertelstunde* richtig hat, so kann man mit Sicherheit darauf rechnen, daß eine nach diesen Angaben aufgestellte Sonnenuhr alsdann auf die *Minute* genau zeigen werde.

Um nun, wenn man durch den Polarstern die *Himmelsgegenden* kennt, auch ohne alle instrumentale Hülfsmittel die *Zeit* zu finden, merke man sich die Tage des Jahres, wo gewisse helle und leicht kenntliche Sterne um Mitternacht im *Meridian* (also dem Polarstern gerade gegenüber im Süden) sich befinden. Es folge hier eine kleine Auswahl solcher Sterne, nach den Jahreszeiten geordnet.

Es stehen um Mitternacht im Meridian:

Castor (in den Zwillingen)	am	12.	Januar,
Procyon (im kleinen Hunde)	„	14.	„
Alphard (in der Wasserschlange)	„	10.	Februar,
Regulus (im Löwen, der hellste)	„	21.	„
Denebola (im Löwen, der nächst helle)	„	18.	März,
Spica (in der Jungfrau)	„	11.	April,
Arctur (im Bootes)	„	24.	„
Gemma (in der Krone)	„	15.	Mai,
Antares (im Scorpion)	„	28.	„
Wega (in der Leyer)	„	30.	Juni,
Athair (im Adler)	„	18.	Juli,
der hellste im Wassermann	„	21.	August,
der hellste im Andromeda	„	22.	September,
der hellste im Widder	„	22.	October,
der hellste im Wallfisch	„	5.	November,
Aldebaran (im Stier)	„	28.	„
Sirius (im großen Hunde)	„	31.	December.

Drei Stunden früher stehen diese Sterne (beiläufig) im Südosten, drei Stunden später im Südwesten. Für jeden Tag, der später, als die obige Angabe fällt, ziehe man vier Minuten von der Mitternacht ab.

Es sey also z. B. der 8. April, und man erblicke den Regulus gerade im Süden, dem Polarstern gegenüber, welche Zeit ist es?

Regulus culminirt um Mitternacht am 21. Februar.
Von da ab bis zum 8. April sind . . . . 46 Tage.
46mal 4 Minuten . . . . . 3 Stund. 4 Min.
Diese abgezogen von der Mitternacht bleibt 8 Uhr 56 Min.
es ist also beiläufig 9 Uhr Abends.

In derselben Nacht sehe man Arctur im Süden, welche Zeit ist's?

Arctur culminirt um Mitternacht am 24. April,
vom 8. April bis zum 24. fehlen noch 16 Tage,
16mal 4 Minuten . . . . 1 Stunde 4 Minuten.
Diese zur Mitternacht zugelegt, gibt 1 Uhr 4 Minuten Morgens.

Dieselbe Tafel kann nun natürlich auch dienen, bei ungefähr bekannter Zeit durch irgend einen Stern die Himmelsgegend zu finden, im Fall etwa der Polarstern durch Wolken verdeckt wäre."

Soweit unser Mädler über den uns hier beschäftigenden Gegenstand; — und ich habe, da sich außerdem die nothwendigsten, denselben betreffenden, historischen Notizen schon im Laufe des Vortrages selbst finden, nun nur noch eine Bücher-Anzeige hinzuzufügen.

In dieser Beziehung wiederhole ich aber zunächst, daß der eigene Art. Fixstern-Verzeichnisse noch mehrere und ausführlichere Stern-Cataloge nachweist. Verlangt man sodann aber eine ausführlichere „Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels," so darf ich das so betitelte Werk von dem verewigten Preußischen Hof-Astronomen Bode, neunte Aufl. Berlin. 1823. gr. 8., namentlich auch wegen seiner astronomisch-religiösen Tendenz, ganz besonders empfehlen, womit man, unter manchen andern Werken über diesen Gegenstand, Dr. Germar's (Hofpredigers zu Augustenburg) „Sechs Tafeln zur Erleichterung der Himmelskunde." Leipzig. 1846. verbinden kann, eine Arbeit, welche, rücksichtlich der außerordentlichen Sauberkeit der Ausführung, ungemeines Lob verdient.

In der genauesten Verbindung mit diesem Art. „Sternbilder," den ich also hiermit beschließe, steht übrigens der bald folgende Sternkarten, welchen ich demnach zu vergleichen bitte, indem ich denselben alsbald als eine nothwendige Ergänzung des gegenwärtigen Vortrages bezeichne.

Stern-Cataloge, s. Fixstern-Verzeichnisse.*

Sternjahr, sideriſches Jahr, s. Jahr, S. 799, und Sonnenjahr, wo dieſer Unterſchied zwiſchen dem „ſideriſchen“ und tropiſchen (dem Sonnen-) Jahre vollſtändig aufgeklärt wird. Hier will ich in Bezug auf das Sternjahr, und zwar nicht bloß auf das Sternjahr der Erde, ſondern überhaupt eines jeden Planeten unſeres Syſtems, nur den im Art. Himmelsmechanik, S. 777, ausgeführten Umſtand der vollkommenen Unveränderlichkeit ſeiner (mittleren) Dauer nochmals hervorheben. Die großen Axen der Planetenbahnen, wovon (vgl. Kepler'ſche Regeln, S. 911) jene Dauer abhängt, ſind, abgeſehen von periodiſchen Aenderungen, nach deren Ablaufe die urſprüngliche Größe immer wiederkehrt, vollkommen unveränderlich; und mit ihnen iſt es alſo auch die (mittlere) Dauer des Sternjahres.** — Dieſes ſchöne Princip der Lehre von der Stabilität des Sonnenſyſtems (vergl. Stabilitäts-Problem in der Aſtronomie) durfte hier nicht unerwähnt bleiben.

Sternkarten, Himmelskarten; Mappae coelestes s. astronomicae; *Cartes célestes*. Vorſtellungen der Himmelsfläche, größerer oder kleinerer Theile derſelben, mit den Sternen und Bildern (ſ. Sternbilder), auf ebenen Flächen. Diejenigen, welche den ganzen Himmel, nämlich jede ſeiner beiden Halbkugeln, alſo darſtellen, heißen aſtronomiſche Planiſphäre (ſ. d. Art.), oder Planiglobien (Planisphaeria s. Planiglobia coelestia; *Planiglobes célestes*). Man wendet dazu gewöhnlich die ſtereographiſche Polarprojection (ſ. Projectionen) an, indem man ſich, wenn z. B. von Entwerfung der (ganzen) nördlichen Himmels-Halbkugel die Rede, das Auge des Beobachters im Südpole denkt, und von jedem Puncte der alſo zu projicirenden Nordhalbkugel (convergirende) Geſichtslinien durch die Ebene des Aequators, die alſo zugleich Horizontal-Ebene wird, zum ſo geſtellten Auge zieht, wobei demgemäß Durchſchnittspuncte entſtehen, welche die Entwerfungspuncte abgeben.* Dabei fällt, wie man leicht einſieht (man vergleiche etwann unſere, nach dieſer Vorſchrift, worauf ich hier zurückkommen wollte, gezeichnete Tafel XVIII.), der Nordpol (der Weltpol; zuweilen wählt man auch den Pol der Ekliptik, wonächſt denn die Ebene der letztern „Projectionstafel“ wird) in die Mitte, und der Aequator wird der Grenzkreis der Charte** (gibt den Horizont ab).

* Da ich „Charte“ ſtets mit einem Ch geſchrieben habe, ſo ſollte nun erſt hier Sterncharte kommen; durch ein Verſehen iſt aber Sternkarte (mit einem K) angewendet worden, wohin ich alſo verweiſe.

** „Les grands axes sont invariables, *lorsqu'on fait abstraction des inégalités périodiques*“ (Lagrange an der, im eben citirten Artikel nachgewieſenen Stelle). Es folgt hieraus nicht weniger die Unveränderlichkeit auch des (mittleren) tropiſchen Jahres.

* Die Theorie dieſer „ſtereographiſchen Projection“ in Landcharte, S. 35.

** Der erſte Anblick einer ſolchen Charte könnte den Leſern jedoch noch eine Bedenklichkeit erregen, welche ich durch die nachſtehenden Bemerkungen zu beſeitigen wünſche. Schauete man nämlich bei einem Globus, den wir zur leichteren Verſinnlichung durch eigenen Verſuch, für Beziehung auf die Charte, der hier betrachteten wirklichen Nordhimmelshalbkugel ſubſtituiren wollen, wie bei dieſer, in die Concavität, ſo würde er ein vollkommen getreues Himmelsbild abgeben, wogegen er uns auf ſeiner Convexität nur den Rücken der Sternbilder, z. B. des Perſeus, zeigt. Wir mögen ihn uns alſo durchſichtig denken, wodurch wir die Vorderſeite der Figuren (Perſeus Antlitz) und ſomit jenes „getreue Himmelsbild“ zu Geſicht bekommen würden. Macht man jetzt die Aequatorsebene zur Projectionstafel (Charte), bemerkt ſich auf deren Umringe zunächſt den Aequinoctial- (Frühlings-, Anfangszähl-) Punct, ganz wie er auf dem Globusrande liegt, und projicirt ſodann die Himmels- (Globus-) Halbkugel in der vorgeſchriebenen Art ſtereogra-

Kleine Theile der Innerfläche der Himmelshohlkugel stellt man ingemein so vor, als wenn sie ganz eben wären, gerade wie man (vergl. Landcharten, S. 29) bei Abbildung kleiner Länder (kleiner Stücke der Erdkugel-Oberfläche) verfährt. Ganze Zonen des Himmels, z. B. namentlich den Thierkreis, kann man, nach Zerlegung in Theile, in ähnlicher Art dergestalt verbildlichen, daß die Kreisbögen als gerade Linien dargestellt werden, welche auf einander senkrecht stehen oder mit einander parallel sind.

Für die Verzeichnung größerer Stücke des Himmels wendet man lieber die, mehrere Genauigkeit gewährende Central-Projection* an. Man stellt sich dabei, Figur 1 der Tafel XXI, einen Zuschauer im Mittelpuncte C der Erde, und an dem Endpuncte A des betreffenden Erdradius, z. B. CA, eine auf letzterem senkrechte Tafel kAn (eine den Kugeloberflächenpunct A tangirende Ebene) vor, und zieht in Gedanken von C aus durch die Puncte K, H, D u. s. w. des zu projicirenden Kugelinnerflächen-Stückes KAN die Geraden Ck, Ch, Cd u. s. w. nach der Tafel, auf welcher sie die Entwerfungspuncte k, h, d bezeichnen. Dabei vergrößern sich aber die Abstände der Entwerfungspuncte von A auf der Projectionstafel im Verhältnisse der Tangenten der entsprechenden Bögen: Ad ist die Tangente von AD; An von AN; — und man sieht, daß An daher in einem viel bedeutenderen Verhältnisse größer gegen Ad, als AN gegen AD ausfällt. Die nach dieser Centralprojection entworfenen Sternkarten dürfen aus diesem Grunde kein zu großes Stück der Himmelskugel umfassen, indem die Tangenten z. B. für 50 und 60 Grad schon zu schnell wachsen, so daß man bis auf einen solchen Abstand von A nicht wohl gehen, die Anwendung auf eine volle Halbkugel aber nie machen kann, indem dann der beiderseitige Abstand von A 90° betrüge, wovon die Tangente unendlich ist. Da die Theorie der Planisphäre (vergl. d. A.) in der Hauptsache schon von Ptolemäus bearbeitet war, und nach ihm Verzeichnungen der Himmelskugel mit den daran gedachten Kreisen des Aequators, der Ekliptik u. s. w., wie sie dieser Theorie gemäß entworfen waren und damals Astrolabien (s. d. Art.) hießen, fortwährend im Gebrauche blieben, so ward es den späteren Kartenzeichnern leicht, „Sternkarten" von größerer Vollkommenheit und zum Gebrauche für bestimmte Orte, d. h. für bestimmte Polhöhen und den entsprechenden Horizont zu liefern. Mittelst so gezeichneter Himmelskarten lassen sich, nach der dazu im Art. Planisphär gegebenen Andeutung, die Aufgaben, welche im Vortrage über die künstliche Himmelskugel behandelt sind, ebenfalls auflösen; und ich finde z. B. in meinen Notizen eine solche Arbeit von einem gewissen Bartsch: „Planisphaerium stellatum." Argent. 1624. 4. erwähnt.*

phisch auf diese Tafel, so entsteht nun unsere Charte; welche man, da die Bilder auf derselben eben so hinauf, als dagegen am Himmel (am Globus) auf uns herab blicken, und also umgekehrt stehen, auch nur erst noch von der Rückseite zu betrachten braucht, wonächst man auf ihr ein nunmehr vollkommen entsprechendes plattes Abbild der Himmels- (Globus-) Concavität erhält. Zum Momente der Projicirung aber ist ein solcher Stand der Himmelskugel (des Globus) zu wählen, da sich die auch auf ihr verzeichneten Aequinoctialpuncte entweder eben im Meridian selbst befinden, oder doch irgend eine andere bestimmte Lage gegen denselben haben, wodurch die Lage der mit ihnen (mit der Kugel) rotirenden Sternbilder also gleich bestimmt ist. — Diese Auseinandersetzungen, welche man noch dadurch unterstützen mag, daß man die Charte rund ausschneidet, um sie ganz wie den Globus drehen zu können, wird dann hinreichen, um wegen der Zweifel, die ich hier im Sinne habe, vollständig zu beruhigen.

* Da dieser „Central-Projection" weder im Art. Projectionen, noch im Vortrage über Landcharten besondere Erwähnung geschehen ist, indem man sie besonders nur bei Himmels- („Stern-") Karten anwendet, so füge ich hier ein Wort über ihre Theorie bei.

* Ich finde aus dieser Zeit noch eine an-

Ganz besondere Auszeichnung sodann verdienen aber die, auch schon im Art. Sternbilder erwähnten Sternkarten des Augsburger Astronomen Johann Bayer: „Uranometria“ Aug. Vindelic. 1603., wo auf 51, von einem gewissen Alexander Mair schön gestochenen Kupferplatten alle Sternbilder der Alten, nach Tycho's Verzeichnisse (wie sie sich in jenem Art. angegeben finden) genau dargestellt sind. Diese Tafeln stellen die hohle Seite des Himmels dar, wogegen die älteren Planisphären die erhabene abbildeten. Hierbei hätten nun auch die Bilder so umgekehrt werden sollen, daß sie dem Zuschauer, wie am Himmel selbst, die Vorderseite zuwendeten, da sie ihm auf dem Globus dagegen den Rücken kehren (Himmelskugel, künstliche, S. 759, „verkehrt stehen“). Dieß hat aber der Künstler nicht überall beobachtet, daher auf diesen Tafeln z. B. Herkules und Orion die Keule in der linken Hand* halten, und hier Dasjenige „pars *sinistra*“ wird, was beim Ptolemäus (auf der erhabenen Globusseite) „dextra“ heißt. Inzwischen ist dieser kleine Fehler ohne Einfluß, wenn man die Seiten der Bilder nur nicht nach der Rechten und Linken, sondern wie es ohnedieß bestimmter geschehen muß, nach der Ordnung ihres Durchganges durch den Meridian (humerus *praecedens*, pes *subsequens*) unterscheidet; — und Bayer's Arbeit bleibt immer classisch, wie denn auch seine, schon im Art. Sternbilder gerühmte Bezeichnung der Einzelsterne durch die Buchstaben des griechischen Alphabets (z. B. Fuß des Orion oder Rigel durch *β Orionis* u. s. w.) allgemein angenommen und (vergl. Fixsterne, S. 543) noch jetzt im Gebrauche geblieben ist.

Hevel, der uns bekannte Danziger Astronom, sodann fügte seinem 1690 herausgegebenen Fixstern-Verzeichnisse (s. d. Art. S. 575) einen sauber gestochenen Himmels-Atlas („Firmamentum *Sobiescianum*;“ das Beiwort erklärt sich aus dem oben bezeichneten Wohnorte dieses Astronomen) auf 54 Platten bei, welche die Sternbilder so darstellen, wie sie von außen auf dem Globus erscheinen (also z. B. — vergl. vorn — den Rücken des Herkules statt des Gesichts), und auch mehrere, bei Bayer noch nicht vorkommende, südliche Constellationen enthalten.

Seine Arbeit wird jedoch weit vom „Atlas coelestis“ übertroffen, welcher zu der „Historia coelestis Britannica“ des uns aus dem Art. Abirrung (S. 8) bekannten Englischen Astronomen Flamstead gehören und 1729 zu London in 28 Bogen des größten Formats erschienen sind. Man findet darin 56 Sternbilder, soweit sie zu Greenwich aufgehen, mit der obigen Bayer'schen Bezeichnung, aber mit einer bis auf 2919 vermehrten Anzahl angegebener Einzelsterne.

Hieran reihet sich der 1742 zu Nürnberg erschienene „Astronomische Atlas“ des dortigen Professors der Mathematik, Doppelmayr; ferner Bode's, des uns bekannten, 1826 verstorbenen Berliner Astronomen, „Uranographie.“ (Berlin. 1801. 20 Blatt), und der kleine, niedliche „Himmels-Atlas“ des Leipziger Astronomen Riedig (Leipzig. 1831).

* dere solche Sternkarte von einem Engländer Harris: „**Stellarum fixarum hemisphaerium boreale et australe pro anno 1690,**“ wo die Leser der Zusatz „**pro anno 1690**“ befremden könnte, wenn Ihnen nicht gleich einfiele, daß durch das alljährliche „Vorrücken der Nachtgleichen“ (vergl. d. Art.) auch alljährlich die Länge, gerade Aufsteigung und Abweichung der Fixsterne Aenderungen erleidet, daher jener Zusatz nur den für das genannte Jahr Statt gefundenen Zustand andeuten soll. Wenn ich Einem (wie also hier dem Herkules auf dem Globus) auf den Rücken sehe, so entspricht sein rechter Arm meinem rechten Arme; wenn ich ihm aber in das Gesicht schaue, so liegt sein rechter Arm meinem linken gegenüber. Indem Bayer demnach die Rückenseite des Herkules ohne weiteres zur Vorderseite machte, so hätte er Ihm auch die Keule in die andere Hand geben müssen, damit sie wieder in der rechten gewesen wäre, welches aber nicht geschehen ist, daher sie sich, wie ich oben sage, wirklich in der Linken zeigt.

Noch ist erst zu bemerken, daß man auch besondere Karten des Thierkreises, als der (vgl. Sternbilder und die dort angeführten Gründe) für die Astronomie wichtigsten Himmelszone, besitzt, unter welchen ich eine ältere Arbeit eines gewissen Sener „Zodiacus Stellatus.“ London. 1690. auszeichne.

Die neueste Zeit hat sich jedoch mit allen diesen Leistungen nicht begnügen wollen, sondern denselben noch drei Stern-Atlasse hinzugefügt, welche jene frühern Arbeiten in der That weit hinter sich lassen, nämlich die Sternkarten von Harding, von Argelander und von der Berliner Akademie. Harding's (wir kennen diesen verdienstvollen Astronomen, den Entdecker der Juno aus letzterem Art.) „Atlas novus coelestis.“ Göttingen. 27 Blatt, erstens begann mit dem Jahre 1822, und beschäftiget sich besonders mit der Thierkreis-Zone in derjenigen weiteren Ausdehnung, deren nähere Betrachtung durch die Entdeckung der Planetoiden (vergl. d. A.) nothwendig geworden war.*

Argelander, zweitens, der zeitige Director der Sternwarte zu Bonn, begleitete seine, im Art. Fixstern-Verzeichnisse erwähnte „Uranometria nova“ mit einem Stern-Atlas von 18 Blättern (Berlin, 1843. Quer-Folio), welcher alle, im mittleren Europa dem bloßen Auge sichtbar werdenden Sterne enthält.

Im Jahre 1825 erging aber drittens von der Berliner Akademie eine Aufforderung an alle Astronomen dahin, daß ein jeder von ihnen, Behufs der Formation eines neuen Stern-Atlasses, eine Stunde der Rectascension mit 15 Graden Declinations-Differenz am Fixsternhimmel durchsuchen möge;* eine Unternehmung, für welche sich besonders der jetzt verewigte, große Königsberger Astronom Bessel interessirte, und welchen er mittelst eigener Durchsuchung einer der sternreichsten Gegenden des Himmels (18 h 56′ — 20 h 4′ AR im obigen Sinne; die dießfallsigen mehrfachen Leistungen

* Der Thierkreis, in der gewöhnlichen Bedeutung, ist (vergl. d. A.) eine ober- und unterhalb der Ekliptik etwann auf 10 Grad ausgedehnte (so viel geocentrische Breite haltende) Zone des Fixsternhimmels, innerhalb welcher die Sonne, der Mond und die alten Planeten, deren (geocentrische) Breite nie jene Grenze übersteigt, also auch stets anzutreffen sind. Die (neu entdeckten) Planetoiden dagegen, namentlich Pallas, erreichen einen viel größeren nördlichen oder südlichen Abstand von der Ekliptik, und es ward daher in Bezug auf Verfolgung ihres Laufes nöthig, den Thierkreis (Zodiakus) zu vergrößern (die Kenntniß auch der kleineren Sterne in einem weiteren Abstande von der Ekliptik zu vervollständigen). In dieser Absicht vorzüglich unternahm daher Harding seine Arbeit.

* Man stelle sich den Aequator, wie die „Rectascensionen“ auf ihm gezählt werden, und in 15° z. B. nördlicher „Declination“ den Parallel desselben vor, so entsteht eine, dieser gestalt auf 15° nördlicher Declination begrenzte Zone des Fixsternhimmels, welche sich demnach in 24 Sternstunden durch den Meridian schiebt. Eine solche Zone durch 24 Abweichungskreise in eben so viel gleiche Theile getheilt, gibt Dasjenige, was im Texte mit „Stunde“ bezeichnet wird; — und dieß gewährt also eine Idee von dem oben Gemeinten. Dehnt man aber hiernächst jene Zone sogleich bis auf 90° nördlicher und 15° südlicher Declination, als denjenigen Himmelstheil aus, welcher in unsern Gegenden besonders zu Gesicht kommt (oder beschränkt man sich auch nur auf die beachtenswertheste Partie zwischen + 45 und — 15° davon), wendet darauf dieselbe Eintheilung an, und denkt sich jede der somit entstehenden 24 Stunden auf einem entsprechenden Blatte (einer „Sternkarte“) verzeichnet; so erhält man den hier projectirten Himmels-Atlas, und welcher demnach, wenn jeder Beobachter, wie gesagt, 1 Stunde übernahm, von 24 Astronomen ausgeführt werden konnte. Der Akademie gelang es auch wirklich, 24 Theilnehmer zu ermitteln. — Näheres übrigens über diese großartige astronomische Unternehmung in des verdienstvollen Leipziger Astronomen Jahn „Geschichte der Astronomie unseres Jahrhunderts.“ Leipzig. 1844. II. 45 flgd.

Bessels finden sich öfter als Bessel'sche Zonen" erwähnt) vorgearbeitet hatte. Ob dieses colossale Unternehmen jetzt bereits ganz ausgeführt sey, weiß ich nicht bestimmt zu sagen; ein großer Theil desselben aber ist es; — und für die Vortrefflichkeit der Arbeit bürgt der Umstand, daß z. B. der neu entdeckte, so außerordentlich klein erscheinende Planet Neptun (s. Planeten, S. 321) mit Hülfe des vom Berliner Astronomen Bremiker besorgten Blattes dieses Atlasses, von der Unendlichkeit der umgebenden Fixsterne sogleich hat unterschieden und als ein, darunter nicht begriffener Weltkörper bezeichnet werden können.

Ueber alle diese Fortschritte der Astrognosie verbreitet sich aber, nächst meiner Darstellung, unser Dorpater Astronom Mädler in einem eigenen, für die „Allgemeine Augsburger Zeitung" geschriebenen Aufsatze, welcher jene Darstellung so schön ergänzt, daß ich meine Leser durch eine unabgekürzte Mittheilung zu verbinden hoffen darf. Der Aufsatz ist:

Die Himmelskarten und ihre gegenwärtige Reform

überschrieben, und lautet folgendermaßen:

„Weit früher als seinen eignen Wohnort hat der Mensch den Fixsternhimmel eingetheilt, speciell bezeichnet und in ähnlichen Bildern dargestellt, und dieses scheinbare Paradoxon erklärt sich aufs Einfachste und Ungezwungenste durch die größere Ueberschaulichkeit des Himmels in Vergleich zu unserem Planeten, sowie durch das schon sehr früh sich geltend machende Bedürfniß einer möglichst umfassenden Himmelskunde, während auf der Erde nur etwa die nähere, in einem oder in wenigen Tagen erreichbare Umgebung den ersten Menschen ein Interesse abzugewinnen vermochte. Hatte er ja doch daheim genug zu thun, die Raubthiere abzuwehren und zu bändigen. Kein Wunder daher, daß wir in den ältesten auf uns gekommenen Denkmälern, wie im Hiob, keine Spur einer über das Nachbarvolk hinausgehenden Länderkenntniß finden, dagegen Orion und den Himmelswagen nicht vermissen. Die nahe Beziehung zwischen dem Jahreszeitenwechsel und dem Wiedererscheinen derselben Sterne lag auf der Hand; sie waren die sichersten Vorboten der periodischen Ueberschwemmungen und andrer cyclischen Naturphänomene; ihnen allein konnte der Wanderer, der Fluthenbeschiffer, sich anvertrauen; sie allein befolgten eine ewige Regel, und der Zahn der Zeit vermochte nichts über sie.

Auch wenn kein einziges historisches Denkmal uns darüber belehrte, müßte die Natur der Dinge uns zu dem Schluß führen, daß die Sterne und Sterngruppen des Firmaments Gegenstand der allerfrühesten menschlichen Kenntnisse bei allen Völkern gewesen, und daß erst durch ihre Hülfe der Mensch nach und nach dahin gelangte, auch auf seinem eigenen Planeten nicht länger ein Fremdling zu seyn. Daher ist es denn auch leicht erklärlich, daß, während in den geographischen Benennungen, auch selbst früherer Zeiten, die vergleichenden Combinationen des Verstandes und eine möglichst unbefangene Naturanschauung ihr Recht geltend machten, die am Himmel eingeführten Benennungen und Bezeichnungen allein als ein Product dichterischer Phantasie sich darstellen. So stehen sich Astronomie und Geographie schon im grauen Alterthum wie Poesie und Prosa gegenüber.

Längst schon waren jene alten Sternbilder zum feststehenden Typus geworden, als die wissenschaftliche Sichtung begann; und das Alterthum hat sich wohl gehütet am Hergebrachten, bereits zum Gemeingut Gestempelten eine Verstandeskritik zu üben. Wäre im alexandrinischen Zeitalter der Himmel erst zu benennen gewesen, er würde schwerlich auf mythologische Weise benannt worden seyn. Aber die Timocharis, Hipparch und Ptolemäus glaubten, trotz der scheinbaren Unbequemlichkeit, beibehalten zu müssen, was durch sein hohes Alter geheiligt war, und suchten ihr Verdienst nicht darin, neue und angeblich zweckmäßigere Namen einzuführen, da wo doch die Sache dieselbe blieb. Sie haben vielmehr mit gleichsam ängstlicher Gewissenhaftigkeit jeden von ihnen beobachteten Stern nicht etwa bloß durch Zahl oder Buchstaben an ein bestimmtes Bild, sondern vielmehr ganz individuell an einen bestimmten einzelnen Theil dieses Bildes bezogen. Wo wir γ Andro-

medae und β Aurigae setzen, heißt es bei ihnen „der Stern am linken Fuße der Andromeda; der Stern an der rechten Schulter des Fuhrmanns" — eine Bezeichnung, die, wie wir aus dem Almagest sehen, häufig nicht geringe Mühe und eine künstliche Umschreibung nöthig machte. Wir sehen also, daß nicht die Namen der Gruppen allein, sondern die Figuren der Bilder selbst schon typisch geworden waren, und wir können nach dem, was uns neuere Forschungen aus Aegypten und Indien kennen gelehrt haben, an dem wirklichen Vorhandenseyn von Darstellungen der Sternbilder, insbesondere des Thierkreises schon im grauesten Alterthum, jetzt nicht mehr zweifeln.

Die Pietät, mit welcher man so lange Zeit an allem, was den Namen Ptolemäus trug, festhalten zu müssen glaubte, hat wenigstens die eine gute Folge gehabt, daß keine Verwirrung am Himmel entstehen konnte, und daß wir noch heute im Stande sind, trotz arger Corruption der Handschriften, fast alle von den Alexandrinern beobachteten Sterne mit denen, die wir heute unsere Meridiankreise passiren lassen, zu identificiren. Bis tief in das sechzehnte Jahrhundert hin blieb er unangetastet; mit unverbrüchlicher Treue sind nicht allein die europäischen, sondern auch die arabischen, persischen und usbekischen Astronomen dem Canon des Ptolemäus gefolgt, ohne auch nur Eine Fußzehe wissentlich von ihrer alten Stelle zu rücken. Auch durch die (im Allgemeinen schon vor 2000 Jahren bekannte) Präcession der Nachtgleichen ließ man sich hier nicht irre machen, denn nicht an Rectascensionen und Declinationen, nicht an Längen- und Breitengraden hatte man diese Bilder geknüpft, sondern an die Sterne selbst, die gegenseitig stets die gleiche Stellung behaupteten; denn die eigentliche eigene Bewegung der Fixsterne ist so langsam, daß selbst in 10,000 Jahren noch keine, dem bloßen Auge auffallende Veränderung der Constellationen stattfinden kann, die uns nöthigen könnte, die Zeichnung der Bilder zu verändern.*

Wenn bequeme Ueberschaulichkeit, augenfällige Gruppirung und dadurch bewirkte Faßlichkeit, ohne übermäßige Beschwerung des Gedächtnisses, als nächster Zweck einer Sternbilder-Eintheilung angesehen werden müssen, so läßt sich derjenigen, die uns die Alten überliefert haben, ein hoher Grad von Zweckmäßigkeit nicht absprechen. Fast nirgends ist das, was sich dem freien Anblick als Gruppe darstellt, aus einander gerissen. Schwächere Sterne, von der 5ten Größe an, sind, wenn sie nicht in bequemer Nähe hellerer Sterne standen, meistens übergangen oder als informes (ἀμόρφοι bei Ptolemäus) den übrigen anhangsweise hinzugefügt. Mit Ausnahme von drei alten Sternbildern (Becher, Krebs, Haar der Berenice) sind in allen übrigen die Hauptsterne mindestens von der dritten Größe. Die Bilder selbst sind, je nachdem die Gruppen sich darboten, von sehr verschiedener Ausdehnung und Längenerstreckung. Der Delphin, der kleine Hund umfassen nur wenige Grade, während andere, wie Ophiuchus und die Wasserschlange, sich über den 25sten bis 30sten Theil des Firmaments erstrecken. Nirgends ist eine Symmetrie dem Himmel angekünstelt worden, und wir vermissen sogar das Bestreben zu denjenigen natürlichen Constellationen, die Aehnlichkeit mit einem Natur- oder Kunstgegenstand zeigten, eine dieser Aehnlichkeit entsprechende Benennung zu wählen. Der Tisch, der Wagen, das südliche Kreuz und andere Sternfiguren sind erst von den Neueren so benannt worden; bei den Alten finden wir ausschließlich nur Heroen (nicht die oberen eigentlichen Götter, deren Namen vielmehr den Planeten beigelegt wurden) und deren Symbole und Attribute, also vor allem auch wirkliche oder fabelhafte Thiere. Ohne Zweifel haben sie sämmtlich eine mytho-

* Am ganzen Firmament finden sich nur 21 Sterne, die ihren Ort in zehntausend Jahren um drei Grad und darüber verändern, und bei den meisten, selbst vielen der helleren Sterne, bleibt diese Veränderung noch unter 1 Grad. Nur nahestehende Sterne, wie etwa die drei im Gürtel des Orion, und die zugleich eine so symmetrisch regelmäßige Stellung haben, würden nach Verlauf einer solchen Zeit dem Auge auch ohne Messung sich in einer andern Gestalt zeigen.

logiſche Beziehung, ſelbſt wo wir dieſe nicht mehr mit Sicherheit zu erkennen vermögen. In der uns überlieferten Form ſind ſie entſchieden griechiſch, womit jedoch nicht behauptet werden ſoll, daß die Griechen die erſten geweſen, welche den Himmel in dieſer Weiſe aufgefaßt haben. Vielmehr dürfte namentlich den Aegyptiern ein großer, wo nicht der größte Theil dieſes Ruhmes gebühren, wenn nicht beide aus einer noch früheren Quelle ſchöpften. Daß dieſe in Indien zu ſuchen ſey, dürfte nach den Unterſuchungen A. Holzſtamms über das Alter des indiſchen Thierkreiſes noch manchem Zweifel unterliegen; gewiß iſt wenigſtens, daß die Mondshäuſer der alten Indier nicht Sternbilder im eigentlichen Sinne des Wortes waren.

Dagegen haben ſowohl Chineſen, als Japaner, uralte und ihnen eigenthümliche Sternbilder, wenigſtens im Thierkreiſe, der bei ihnen mit noch größerem Recht als bei uns ſo heißen kann, da der unſerige nur größtentheils, der ihrige aber ausſchließlich Thierfiguren hat. So beſteht die japaniſche Ekliptik aus folgenden Zeichen:

Nördl. Zeichen.

Ne	(Maus),
Usie	(Stier),
Torra	(Tiger),
U	(Haſe),
Tats	(Drache),
Mi	(Schlange);

Südl. Zeichen.

Muma	(Pferd),
Tsitsusie	(Bock),
Sar	(Affe),
Torri	(Hahn),
Inu	(Hund),
Ji	(Schwein).

Die 48 alten alexandriniſchen Sternbilder nebſt ihrer herkömmlichen Deutung ſind die folgenden:

Kleiner Bär (Arkas, Sohn der Calliſto und Enkel des Lycaon von Arkadien, von Jupiter als Bär an den Himmel verſetzt).

Caſſiopeja. Cepheus. Andromeda. Perſeus mit dem Meduſenkopfe. Bekannter Mythus.

Drache. Der Wächter des Gartens der Hesperiden.

Dreieck. Die Inſel Sicilien.

Fuhrmann. Iſt Erichthonius, König von Athen, dem die Erfindung des Wagens zugeſchrieben wird.

Große Bärin. Calliſto, Tochter Lycaons, in ihrer Jugend von Juno in eine Bärin verwandelt.

Bootes mit dem Berge Mänalus. Iſt Icarus und der gleichnamige Berg in Arkadien.

Haar der Berenice. Das der Venus geopferte und von Ptolemäus oder einem ſeiner Vorgänger unter die Sterne verſetzte Haar dieſer ägyptiſchen Königin.

Krone (der Ariadne, Prinzeſſin von Creta).

Leyer (des Orpheus).

Hercules.

Schlangenträger (Ophiuchus). Iſt Aesculap, Sohn des Apollo und der Coronis.

Adler (mit Antinous). Der Adler, der den Ganymedes, Sohn des phrygiſchen Königs Tros, vom Ida entführte. Antinous, der am Hofe Hadrians lebte, verdankt ſeinen Platz am Himmel einer höfiſchen Schmeichelei.

Pfeil. Mit dieſem Pfeil tödtete Herkules den Geyer, der den gefeſſelten Prometheus marterte.

Delphin (der bekannte Retter des Arion).

Schwan. Orpheus, der von den Prieſterinnen des Bacchus getödtet und hierauf von den Göttern, in einen Schwan verwandelt, an den Himmel verſetzt ward.

Pegaſus. Das bekannte Muſenpferd; von andern auch dem Bellerophon zugeſchrieben.

Kleine Pferd. Das Pferd Cyllaris, welches Caſtor vom Mercur erhielt.

Die hier aufgeführten Bilder gehören dem nördlichen Himmel an, wenn man die Ekliptik und ihre Pole zum Grunde der Eintheilung legt. Ihnen folgt nun zunächſt der ſogenannte Thierkreis.

Widder (deſſen Fell den Argonautenzug veranlaßte).

Stier (Jupiter als Entführer der Europa).

Caſtor und Pollux. Andere nannten ſie auch Apollo und Herkules.

Krebs. Wahrſcheinlich durch einen Mißverſtand des altägyptiſchen Himmelszeichens Käfer (Scarabaeus Sacer), der unter anderm auf dem Thierkreis von Tentyra erſcheint. Doch mag er auch

das Wenden der Sonne nach Erreichung ihres nördlichsten Standes andeuten.

Löwe. Der vom Herkules erlegte Nemeische Löwe.

Jungfrau. Die Deutungen sind verschieden. Am gewöhnlichsten wird Ceres darunter verstanden, weßhalb sie auch eine Aehre in der Hand hält; andere nennen Isis, Asträa oder Erigone. Auf den altägyptischen Darstellungen erblickt man einfach ein Schnittermädchen.

Wage. War früher ein Theil des folgenden Sternbildes, so daß die Scheeren des Scorpions die Stelle der Wagschalen einnahmen. Die altägyptischen Darstellungen geben den Mochos, Erfinder der Wagen und Gewichte.

Scorpion. Auf Befehl der Diana verwundete dieser Scorpion den Jäger Orion tödtlich, und ward von ihr unter die Sterne versetzt.

Schütze. Als Centaur dargestellt, wiewohl noch ein zweiter Centaur am südlichen Himmel steht. Wahrscheinlich ist Chiron gemeint.

Steinbock (eigentlich Ziege Amalthea, mit deren Milch die Nymphen den Jupiter in seiner Kindheit ernährten).

Wassermann. Ist Deukalion, der thessalische Noah.

Fische. Venus und Cupido stürzten sich einst, erschreckt durch den Riesen Typhon, in den Euphrat, und wurden hier in Fische verwandelt.

Der südliche Himmel war den Alten nicht vollständig bekannt, da ihre Beobachtungen sämmtlich diesseits des Aequators angestellt wurden. Man findet hier folgende:

Wallfisch. Das zur Andromeda-Mythe gehörende Seeungeheuer, welches Perseus getödtet hatte.

Orion. Der berühmte kretische Jäger, Begleiter der Diana und der Latona und seiner Verwegenheit halber von diesem getödtet.

Hase. Eigentlich als ein Symbol der Jagd zum vorigen Bilde gehörig.

Eridanus. Der fabelhafte Fluß, in welchen Phaëton herabstürzte und ertrank.

Großer Hund. (Anubis, den die Aegyptier mit einem Hundskopfe darstellen).

Kleiner Hund. Nicht sicher zu deuten. Einige machen daraus ein zur Oriongruppe gehörendes Nebensternbild, ähnlich wie der Hase.

Argo. Das bekannte Schiff, welches die Argonauten nach Colchis führte.

Wasserschlange. Rabe. Becher. Apollo hatte den Raben abgesandt, um in einem Becher Wasser zu einem Opfer für Jupiter zu holen. Dieser entschuldigte seine verzögerte Rückkehr durch die Erzählung von einer Schlange, die ihn am Wasserschöpfen gehindert habe. Er ward zur Strafe an den Himmel versetzt, und neben ihm Becher und Wasserschlange.

Centaur. Wahrscheinlich ein allgemeines Symbol der Reitkunst.

Wolf. Lycaon, König von Arkadien, seiner Grausamkeit halber in einen Wolf verwandelt.

Südlicher Fisch. Wohl ursprünglich zum Wassermann gehörig.

Endlich noch Altar und südliche Krone.

Unter den aufgeführten Bildern befinden sich schon zwei nicht ebenbürtige. Das Haar der Berenice, und mehr noch Antinous, sind traurige Denkmäler, daß auch schon damals die Wissenschaften sich mit Schmeichelei befleckten; auch nehmen sie sich am Himmel zwischen den großen und glänzenden Heroen ziemlich winzig aus. Das Haar der Berenice, dem man als Denkmal treuer Gattenliebe seinen Platz noch einigermaßen vergönnte, ist ein nebliger Schimmer, zwischen den Glanzgestirnen des Bootes und des Löwen wenig bemerkbar, füllt indessen doch noch einen sonst leeren Raum aus. Antinous aber, dieser Genosse kaiserlicher Schwelgerei, versteckt sich unter den Flügeln des Adlers, von dessen Großmuth er einige unscheinbare Sterne erbettelt. Auch ist er jetzt ziemlich antiquirt, da man ihn mit dem Adler in Ein Sternbild zusammenfaßt und das „Aquila“ am „*Antinous*“ auf den Sternkarten einen ziemlich müßigen Beisatz findet.

Die abweichenden Benennungen bei einigen spätern Astronomen sind unwillkürlich, und nur durch Mißverstand in die Verzeichnisse gekommen. Der Ulugh-Beighsche Katalog z. B. hat statt des Herkules den knieenden Mann, Cassiopeja und Andromeda sind das thronende und das gefesselte Weib,

der Schwan ist zur Henne geworden, Orion ist der Riese, Eridanus heißt schlechtweg der Fluß, und statt des Perseus heißt es: der Mann, der die Larve hält, auch Berghaush genannt. Hier hat ganz unverkennbar ein alter Globus ohne Namen zum Grunde gelegen, und man deutete die Figuren, so gut man konnte.

Nach Entdeckung des Seeweges um Afrika herum konnte man die Sterne des südlichsten Himmels nicht länger übergehen. Die Seefahrer, längst gewohnt, sich des Polarsterns und anderer nördlichen Sterne als Wegweiser in den Wasserwüsten zu bedienen, waren jetzt genöthigt, andere in Europa unsichtbare und noch nicht verzeichnete Gestirne zu beobachten, und es war natürlich, daß sie auch diese in Bilder zusammenstellten. Wir wissen nicht genau, wer zuerst diese südlichen Sternbilder eingeführt habe. Erst Halley brachte die Umgebungen des Südpols in einige Ordnung, und lieferte einen Katalog zur Ergänzung des Tychonischen, in welchem folgende neue Sternbilder, größtentheils wohl schon vor Halley benannt, vorkommen:

Die Taube des Noah, die Biene, das südliche Dreieck, das Chamäleon, der Toucan, die Dorade, der Kranich, die kleine Wasserschlange, die Fliege, der Pfau, der Phönix, die Karlseiche, der fliegende Fisch, das Kreuz.

Die alte Götterwelt war dahin, und wir sehen bei diesen Benennungen ein neues Princip walten; gleichwohl war man noch darauf bedacht, eine gewisse äußerliche Harmonie beizubehalten. Daher die Reproductionen alter Sternbilder. Der Phönix ist noch ganz mythisch-antik; die Taube, der Pfau, der Kranich sind dem Raben, Schwan und Adler nahe genug verwandt; wo ein Dreieck stand, konnte auch ein Kreuz seinen Platz finden, um so mehr, als hier eine wirkliche, von den Sternen selbst gebildete Figur gegeben war; die übrigen endlich sind zwar durchaus modern, aber doch noch immer mit einiger Rücksicht auf die hergebrachte Beziehungsweise gewählt.

Da man nun einmal angefangen hatte, den südlichen Himmel zu vervollständigen, so wollte man auch am nördlichen nicht zurückbleiben. Hier zwar hatte das unbewaffnete Auge keine neuen Entdeckungen zu machen; aber es war, wie oben bemerkt, von den Alten viel leerer Raum gelassen, der noch zu keinem Bilde gehörte. Hier also konnte die Phantasie sich nach Belieben ergehen, und man säumte nicht, neue Bilder zu erschaffen. Lange, bevor Hevel und Flamsteed die Positionen der Sterne sicherer und vollständiger als bisher bestimmt hatten, waren Astrographen aufgetreten, die sich den wohlfeilen Ruhm erwarben, neue Sternbilder einzuführen; ja ein ziemlich obscurer und seinem großen Namensverwandten wenig ähnlicher Astronom zu Anfang des 17ten Jahrhunderts, Schiller, verwarf den ganzen „heidnischen Gräuel“ und führte einen christlichen Himmel ein. Der Drache mußte dem Flusse Jordan weichen; in den bisherigen Thierkreis theilten sich die zwölf Apostel, und so war der ganze Himmel mit Heiligen, Patriarchen und andern biblischen Figuren besetzt.

Auch die Schmeichelei feierte nicht. Der gallische Hahn, das Regierungsscepter Ludwigs XIV., das Herz Karls II. und andere ähnliche, sehr unglücklich gewählte Figuren wurden an den preisgegebenen Himmel gesetzt; Leute, welche die Position keines einzigen Sternes bestimmt, noch sonst ein Verdienst um Astronomie sich erworben hatten, führten neue Bilder ein. Schon Hevel sah sich veranlaßt, dem Unfug entgegen zu treten, und eine Anzahl unnützer und ungehöriger Bilder wieder vom Himmel zu tilgen, wogegen er selbst neue einführte, die übrigens — mit einigen Ausnahmen — mit den früheren gut harmonirten. Dem Bootes gab er zwei Jagdhunde, und Herkules bekam einen Cerberus in die Hand. Dem Triangel fügte er noch einen kleinen hinzu. Der Fuchs, das Einhorn, der kleine Löwe, der Luchs und das Cameleopard nehmen sich noch ganz gut aus; etwas spaßhaft ist schon die Eidechse, aber der Sextant und das Schild Sobieskys müssen als Fehlgriffe bezeichnet werden. Auch stehen beide ziemlich müßig am Himmel, kein einziger augenfälliger Stern kommt in ihnen vor, und sie veranlassen ein Figurengedränge, ohne der Anschaulichkeit irgendwie zu dienen.

Allmählig war so die Zahl der Sternbilder auf 76 gewachsen und der ganze

Himmel untergebracht. Alte und neue Sternbilder ſtanden untereinander, jedem war eine feſte Gränze angewieſen, und es gab am Himmel keine *ἀστοργοι* mehr. Es iſt hauptſächlich Flamſteeds, des britiſchen großen Aſtronomen, Verdienſt, dieſen neuen Canon feſtgeſtellt zu haben. Jeder Stern gehörte zu einem beſtimmten Bilde, er war durch griechiſche oder lateiniſche Buchſtaben (von Bayer und Doppelmayer eingeführt) und durch fortlaufende Zahlen bezeichnet, ſo daß keine Beſchreibung nach Figurentheilen mehr nöthig war, und man nur hergebrachterweiſe noch von einem Auge des Stiers, einem Herzen des Scorpions, einer nördlichen und ſüdlichen Wagſchale, und einer Kornähre der Jungfrau ſprach — ein wohlgeordnetes, bequem zu überſchauendes Ganze.

Dabei hätte man fortan billig bleiben ſollen. Es lag auf der Hand, daß — einige wenige Gegenden des ſüdlichſten Himmels vielleicht abgerechnet — jede weitere Neuerung nur neue Verwirrung erzeugen mußte. Aber die Lacaille, Lalande und Bode ließen ſich nicht abhalten, immer neue Sternbilder einzuführen. Freier disponibler Platz war nirgend mehr vorhanden — alſo mußten die Flamſteed'ſchen Gränzen verrückt und die alten Bilder in ihrem viertauſendjährigen Beſitz gekränkt werden. Die ſo lange Jahrhunderte hindurch groß und frei am Himmel geſchwebt hatten, geriethen nun ſo ins Gedränge, daß ſie nicht mehr wußten, wo ſie Hände und Füße laſſen ſollten. Und welche Bilder führte man ein? Hevel hatte den Anfang mit einem Sextanten gemacht: fortan wurden Pendeluhr und Rhomben-Netz, Octant und Mauerquadrant, Cirkel, Lineal und Winkelmaaß, Buchdruckerpreſſe und Elektriſirmaſchine, Malerſtaffelei und Bildhauerwerkſtatt, Luftpumpe und chemiſcher Ofen hineingezwängt; nicht zu vergeſſen zweier Teleſkope und eines Luftballons. Das Schiff bekam noch eine beſondere Logleine, und andere Figuren ähnliche Anhängſel. Ein zweiter Stier ward zu Ehren — des Königs Poniatowsky von Polen eingeführt; eine Friedrichsehre, auf Koſten der Andromeda und der Hevel'ſchen Eidechſe creirt. Lalande hatte eine Lieblingskatze — ſofort ward ſie an den Himmel verſetzt. Der Kometenentdecker Meſſier wurde als Erntehüter in die Nähe des Pols placirt, wo er, trotz ſeiner winzigen Kleinheit, vier andere Figuren beeinträchtigte. Endlich, um der Anmaßung gleichſam die Krone aufzuſetzen, wurde das glanzvollſte Geſtirn des ganzen Himmels, der uralte Orion, ſeines beſten Schmucks, der den großen Nebelfleck umgebenden Mittelgegend, beraubt und ein Napoleonsgeſtirn daraus geſchaffen. Dieſer letzten und ärgſten Uſurpation machten ſchon nach wenigen Jahren die Flammen von Moskau und die Kanonen von Leipzig ein Ende.

Man ſcheint nun allmählig zu der Einſicht gekommen zu ſeyn, daß ein ſolches Verfahren die Wiſſenſchaft auf keine Weiſe fördern und noch viel weniger die Achtung vor derſelben vermehren werde. Die Nachwelt wird keine Lehre daraus ziehen können, als etwa die, daß auch die Aſtronomen von den kleinlichen irdiſchen Leidenſchaften nicht frei geweſen.

Der hochverdiente Olbers war der erſte, der in einem, nach ſeinem Tode in Schumachers aſtronomiſchem Jahrbuche veröffentlichten trefflichen und gehaltreichen Aufſatze dieſe ebenſo unpaſſenden, als geſchmackloſen und unbehülflichen Sternbilder bekämpfte und ihre Wiederabſchaffung beantragte. Ganz bis auf Ptolemäus zurückzukehren, erachtete er nicht für thunlich, hauptſächlich des ſüdlichen Himmels wegen. Sein Antrag geht dahin, einen annus normalis feſtzuſtellen, in der Art, daß die bis auf Hevel und Flamſteed durch ſtillſchweigende Uebereinkunft eingeführten und von dieſen beiden Aſtronomen anerkannten Sternbilder mit Ausſchluß aller ſpäteren die Grundlage der Eintheilung unſeres Firmaments bilden ſollen. Dieſer ſo gemäßigte Vorſchlag verdient gewiß alle Beachtung. Er iſt um ſo leichter auszuführen, als die von Bayer eingeführte Bezeichnungsweiſe der einzelnen Sterne innerhalb deſſelben Bildes, durch das griechiſche Alphabet, nicht auf dieſe neuen angewandt worden iſt. Theils ſtillſchweigend, theils ſogar vermöge förmlicher Stipulationen zwiſchen den Aſtronomen, hat man dieſe Buchſtaben an ihrem Platz

belassen, auch wo ein neues Sternbild sich eindrängte; und so wurden z. B. die in den Poniatowsky'schen Stier-fallenden und schon mit Buchstaben bezeichneten Sterne des Adlers und des Ophiuchus fortwährend diesen Sternbildern belassen, so daß die Beseitigung dieser Figuren keine erhebliche Schwierigkeit hat.

Bereits hat Argelander in seiner „neuen Uranometrie" diesen Vorschlag ausgeführt. So weit seine Sternkarten reichen (und sie umfassen drei Viertel des gesammten Himmelsgewölbes) kommen in ihnen ausschließlich nur solche Bilder vor, die Hevel und Flamsteed anerkannt haben. Die Manen Friedrichs des Großen werden sicherlich nicht zürnen, daß man sein „Sternendenkmal" wieder vom Himmel tilgte. Einer Nomenclatur des Firmaments muß man möglichste Dauer zu sichern suchen, und deßhalb nicht das, was Ein Jahrhundert geschaffen und gewirkt, vorzugs- und gleichsam ausschließlicherweise dazu wählen. Aber haben die Dampfmaschine, der photographische und galvanoplastische Apparat und andere Erfindungen weniger Anspruch, als die Elektrisirmaschine und der Luftball? Hat das gegenwärtige Jahrhundert keine großen Fürsten aufzuzeigen, und werden die kommenden keine haben? Wohin also sollte ein Fortschreiten auf dem bisherigen Wege führen? Der Astronom, der es mit seiner Wissenschaft redlich meint, kann sich und seiner Zeit würdigere und bleibendere Denkmäler errichten.

Will man aber durchaus ein neues Sternbild, so warte man, bis der allgemeine Weltfriede dauernd und auf immer errungen seyn wird, bis kein Mensch den Menschen mehr verknechtet und kein Glaubensgericht mehr die Gewissen bindet. Dann und nicht eher seyd ihr würdig, eure That an den Himmel zu versetzen, dann möge der Oelzweig oder die Palme, in ewiger Sternenschrift verzeichnet, den fernsten Nachkommen verkündigen den Zeitpunct, von wo ab eine Geschichte der Menschheit erst datiren wird. Ist aber dieß ein schöner Traum, der sich nie erfüllen soll, so verschont wenigstens den Himmel mit eurem Erdenjammer.

Die von Olbers angeregte und von Argelander zuerst begonnene Reform ist aber nicht das Einzige, was unserm Himmel noth thut. Man sehe die bis auf die neueste Zeit erschienenen Karten an, und man wird sich vergebens bemühen, einen Eindruck zu gewinnen, wie ihn die Sterne des Himmels auf uns machen. Die scharf ausgezeichneten Figuren, die Gewänder mit ihren großen Schattenmassen, die Zierrathen aller Art scheinen die Hauptsache zu seyn und die Sterne nur wie zufällig dazwischen zu stehen — ein Tadel, der z. B. noch Bode's sämmtliche uranographische Arbeiten trifft. Auch hierin schlägt man jetzt allmählig einen bessern Weg ein. Man zeichnet nur die Umrißlinien ohne alle Schattirung, und diese so schwach als möglich, hebt auch die festgesetzten Gränzen nur durch eine Reihe feiner Puncte hervor. Der Namen bedarf es auf den Karten selbst gar nicht. Sind ja doch die meisten auch ohne ihn hinreichend kenntlich, und wo dieß etwa nicht ganz der Fall seyn sollte, mag man sie dem Rande der Karte einverleiben. Hauptsache ist immer das klare Hervortreten der eigentlichen Sterngruppen, und je weniger Fremdartiges, desto bessere allgemeine Orientirung.

Andere sind noch weiter gegangen, haben die Bilder selbst gänzlich weggelassen und sich damit begnügt, nur ihre gegenseitigen Gränzen anzudeuten, und innerhalb derselben einfach den Namen des Bildes zu setzen. Für größere, zum Gebrauch des eigentlichen Astronomen bestimmte Kartenwerke ist dieß gewiß zweckmäßig, und jeder, der die trefflichen Harding'schen Karten kennt und benutzt hat, wird dem Verfasser darin beistimmen. Nur bei Generalkarten des Himmels, die mehr zum allgemeinen Gebrauch bestimmt sind, dürfte doch — so lange man nicht etwa das ganze Sternbilderwesen zu beseitigen Willens ist — eine Andeutung der Bildfigur, wie sie Littrow, Schwink, Argelander und andere Neuere gegeben haben, vorzuziehen seyn. Dieser letztere Vorschlag ist nun in der That nicht nur gemacht, sondern auch in einigen Werken schon ausgeführt worden. Piazzi in seinen beiden berühmten Katalogen hat gar keine Sternbildernamen, sondern theilt den Himmel in seine 24 Sternstunden, ordnet in diesen die Sterne nach ihrer Rectascension und gibt ihre Position und Größe an. So gibt es also hier kein

α Herculis, ζ Cancri, sondern einen Stern XVII. 18, einen andern VIII. 7 u. s. w. Ebenso führen die Karten und Kataloge, welche zu der von der Berliner Akademie unternommenen Arbeit gehören, nur allein die Sterne selbst nach ihrer Größe, geraden Aufsteigung und Abweichung, ohne alle weiteren Bilder, ja selbst ohne Buchstaben oder Zahlen auf. Früher schon hat Wurm diesen Vorschlag gemacht, der allerdings auf eine Totalreform hinausliefe.

Für manche specielle Zwecke mag allerdings das Sternbilderwesen entbehrlich, ja gewissermaßen lästig erscheinen. Wer die einzelnen Fixsterne ausschließlich als Himmelsörter zu betrachten gewohnt ist, da die besondere Richtung, die seine astronomische Thätigkeit genommen hat, ihm nie zu einer andern Betrachtungsweise Veranlassung gibt; wer nie das Ganze, sondern stets nur das Einzelnste im Auge hat, dem ist allerdings mit Sternbildern nicht gedient. Aber ist uns denn der Fixstern wirklich nichts weiter, als ein unbeweglicher mathematischer Punct, und soll uns das Firmament ausschließlich nur dienen, Sternbedeckungen zu berechnen und Kometenörter zu reduciren? Gerade in unsern Tagen, wo das, was außerhalb unseres Sonnensystems sich befindet, aufgehört hat, nur für dieses zu existiren, und eine selbstständige Bedeutung, eine eigenthümliche und hohe Wichtigkeit gewonnen hat, dürfte es nicht an der Zeit seyn, gleichsam das Kind mit dem Bade auszuschütten und alles Bisherige über den Haufen zu werfen.

Wenn ein Geodät uns das Ansinnen stellte, fortan aus der Geographie alle hergebrachten Benennungen von Städten, Dörfern, Bergen und Inseln zu streichen, und an deren Stelle die Längen- und Breitenangaben zu setzen, die er uns lieferte, oder ein Officier die Leute seiner Compagnie nicht nach ihren Vor- und Familiennamen, sondern nach ihrer Nummer in Reihe und Glied aufführte, und uns dieß als das Ideal einer einfachen Bezeichnungsweise anpriese, so würden wir andern nicht bloß triangulirenden und exercirenden, sondern auch handeltreibenden, correspondirenden, zeitungslesenden und reisenden Menschen unser Interesse sehr schlecht berathen finden und die Neuerung einstimmig verwerfen. Und ebenso werden wir sagen müssen, daß die Eintheilung des Himmels in speciell benannte Sterngruppen, die an keine künstliche Gradeintheilung gebunden sind, aus einem wirklichen Bedürfniß nicht allein hervorging, sondern auch heut noch einem solchen entspricht. Man nehme dem Landmann, dem Jäger, dem Schiffer die alten Sternbilder, und er wird sich neue bilden müssen, wie denn selbst die rohesten Völker, zu denen die Kunde von unsern Sternbildern nicht gedrungen war, dieß gethan haben. Aber auch selbst der Astronom, der ja an den Fixsternen Glanz, Farbe, etwannige Veränderungen derselben, eigene Bewegung, Duplicität und physischen Conner mit andern Sternen, Parallaxe und so manches Andere bestimmt oder doch zu bestimmen versucht, sollte sich nie der so kurzen und bequemen Bezeichnungen α Lyrae, 61 Cygni, Spica und anderer bedienen dürfen, sondern, so oft er von ihnen spricht, jedesmal die Grade, Minuten und Secunden der Rectascension und Declination anführen? Und, genau betrachtet, würde die erwähnte Neuerung nicht allein im höchsten Grade unbequem und bis zum Unerträglichen monoton, sondern auch geradezu unmöglich seyn? Denn kein einziger Fixstern behält ja auch nur Ein Menschenalter hindurch seinen auf den Pol bezogenen Ort in so weit bei, daß nicht keine Verwechselung zu befürchten wäre. Sollen nun die Veränderungen, die er durch Präcession und eigene Bewegung, abgesehen von den periodischen Aenderungen, erleidet, unberücksichtigt gelassen oder mitgenommen werden? Im ersten Fall müßten wir uns über ein Normaljahr vereinigen, dessen Gebrauch je länger desto unbequemer werden muß; im letztern Fall könnten wir von keinem Stern reden, ohne erst eine vollständige Reduction zu machen.

Schon jetzt, nach kaum einem halben Jahrhundert, steht ein volles Zwanzigstel der Piazzi'schen Sterne nicht mehr in der Stunde, wo sein Katalog sie setzte, auch folgen sie sich nicht mehr in derselben Ordnung. Wer sie aufeinanderfolgend am Passage-Instrument beobachten will, ist schon jetzt genöthigt, hin und wieder Umstellungen vorzunehmen, und

dieser Uebelstand wird mit jedem Jahr zunehmen. Wie also könnte unser wandelbares Gradnetz die Stelle der alten unvergänglichen Bilder ersetzen?

Ein neuerer, von John Herschel gemachter Vorschlag will zwar nicht die herkömmlichen Namen abschaffen, geht aber dahin, die Gränzen nicht, wie bisher, aus ganz willkürlichen regellosen Curven bestehen zu lassen, sondern überall Meridiane und Parallelen dazu zu wählen. So viel als möglich soll jedes Sternbild seine Hauptsterne behalten, so wenig als möglich sollen natürliche Gruppen zerschnitten werden. Der ganze Himmel theilte sich in sphärische Tetragone, ungleich an Größe und Gestalt, je nachdem die natürlichen Gruppen es erfordern; doch sey keines von ihnen zu ausgedehnt, und namentlich ziehe es nicht, wie der Drache und die Wasserschlange, durch Hunderte von Graden der Aufsteigung. Endlich sollen alle nach Bild und Namen gar zu ähnlichen Constellationen reducirt werden. Zwei Pferde, zwei Centauren, drei oder vier Schlangen und andere leicht zu verwechselnde Bilder oder Namen seyen unbequem und könnten leicht Verwirrung veranlassen. Herschel gibt als Probe seines Vorschlags eine Skizze des südlichen Himmels, wo allerdings die Reformation am unbedenklichsten vorgenommen werden kann. Hiernach würde jedes Sternbild durch zwei Grade der Abweichung und zwei der geraden Aufsteigung bestimmt abgegränzt seyn, und man würde, sobald die Position eines Sterns bekannt ist, ohne weiteres wissen, zu welchem Bilde er gehöre.

Auch dieser Vorschlag, wiewohl er alle Beachtung verdient, dürfte doch, so wie er gegeben ist, unausführbar seyn. Sollen jene, von Meridianen und Parallelen begränzten sphärischen Tetragone unverändert bleiben, so werden die Sterne vermöge der Präcession aus einem in das andere rücken. Oder will man sie von Zeit zu Zeit verschieben? Auch dieß wäre nur ein Palliativmittel, das namentlich für die Circumpolarsterne sich sehr bald als ungenügend bewähren würde. Selbst auf unserer Erde, wo doch die Längen und Breiten constant sind, treffen wir Gränzen dieser Art nur etwa in den innern Gegenden der amerikanischen Union an, wo sie für jetzt noch nicht viel bedeuten, und wo die Zeit lehren wird, ob sie zweckmäßig gewählt waren; in der historisch entwickelten alten Welt findet man nirgend auch nur eine Annäherung zu solchen Gränzen; und die Natur weiß noch viel weniger von ihnen.

Etwas anders würde sich die Sache gestalten, wenn man die begränzenden Coordinaten nicht dem System des Aequators, sondern dem der Ekliptik entlehnte. Denn die hauptsächlichste Ortsveränderung ist doch nur die Präcession, wogegen alles Andere als unbedeutend verschwindet*). Diese aber läßt alle Breiten unverändert und die Längen überall um gleichviel, und zwar der Zeit proportional, wachsen; wenigstens gelten diese Sätze nahezu, und die Abweichungen derselben gehören zur feineren Mikrometrie des Himmels. Eine jährliche Verschiebung dieser Rechtecke um 50″ in runder Zahl, und parallel der Ekliptik würde den Bestand des Ganzen wenigstens für mehrere tausend Jahre sichern, und überhaupt würde die Einrichtung der gegenwärtig bestehenden an möglicher Dauer nur wenig nachstehen, denn die eigenen Bewegungen, das Einzige, was unberücksichtigt bleiben müßte, werden auch den alten Sternbildern, wenn etwa 100,000 Jahre verflossen sind, ein langsames, aber unvermeidliches Ende bereiten. Sind erst diese Bewegungen bei den Hauptsternen zu zehn und mehreren Graden durchschnittlich angewachsen, so bleibt keine Aehnlichkeit mit dem gegenwärtigen Himmel mehr übrig.

Ob aber eine solche, dem Gradnetz der Ekliptik entnommene Eintheilung die erheblichen Vortheile wirklich gewähren würde, welche Herschel sich davon verspricht, dürfte fraglich seyn. Unsere Instrumente können nicht für das System der Ekliptik montirt werden; parallaktische sowohl als Meridianfernröhre sind auf den Aequator eingerichtet und bedürfen deßhalb Karten und Verzeichnisse, welche die Polarcoordinaten in Beziehung auf letztern

* Die rascheste eigene Bewegung, die am Fixsternhimmel vorkommt, beträgt nur den zehnten Theil der Präcession; für die meisten Sterne ist sie nur $^1/_{100}$ derselben oder noch weniger.

angeben. Soll also der Vortheil aus der gegebenen Position, ohne Weiteres das Sternbild zu erkennen, wirklich erlangt werden, so müssen die Kataloge auf beide Coordinatensysteme eingerichtet seyn, also Rectascension, Declination, Länge und Breite enthalten, was übrigens auch noch in mancher andern Beziehung, z. B. für die Berechnung von Bedeckungen, von wesentlichem Nutzen wäre. Da man aber gleichwohl die Kataloge nicht wohl anders, als nach der Rectascension ordnen könnte, so würde das Hin- und Herspringen aus einem Sternbilde ins andere doch nicht vermieden werden können. Auch dürften sich die natürlichen Gruppen nicht in allen Fällen bequem in diese sphärischen Rectangel fügen. Der Drache, der zwischen beiden Bären eine Art von paraboliſchem Bogen bildet und sich in die Bildfigur, wie sie jetzt gezeichnet wird, sehr gut fügt, würde jedem Versuche der Art widerstreben.

Uns scheint es besser, sich wenigstens für denjenigen Theil des Himmels, der den Alten bekannt und von ihnen bereits mit Sternbildern versehen ist, mit einer nicht so tief eingreifenden Reform zu begnügen. Man ändere nichts in der Hauptsache, sondern ziehe nur hier und da, wo es zweckmäßig scheint, die Gränzen in einfachern, weniger zickzackartigen Bögen fort. Manche Sterne sind in den Flamsteed'schen und auch noch in spätern Karten zweien Bildern zugetheilt, und die Gränze zieht durch sie hindurch; dieß erscheint als ein Uebelstand. Es bedarf am Himmel keineswegs bestimmter Gränzpfähle; es genügt überall zu wissen, zwischen welchen Sternen die Gränze hindurch gehe. Endlich dürfte es vielleicht gerathen seyn, die Unterbrechungen eines Sternbildes durch ein anderes einer Reform zu unterwerfen. Es finden sich zwei Beispiele der Art am Himmel: Ophiuchus wird durch die Schlange, und die große Hydra durch Becher und Raben unterbrochen. Die Praxis hat hier schon theilweise Abhülfe geleistet, und man unterscheidet in der Hydra den Haupttheil der Figur von der Cauda oder Continuatio Hydrae. Da in beiden Fällen es sich nicht um Hauptsterne handelt, so würde es nicht schwierig seyn, sich über eine leichte Abänderung zu verständigen; nur müßten diese und ähnliche Anordnungen wo möglich von einem astronomischen Congreß ausgehen, denn die Zeiten der Flamsteeds und Cassini's sind vorüber, und es genügt jetzt nicht mehr, daß Eine Sternwarte oder auch Ein Land diese oder jene Einrichtung beliebe.

Welche Reform man aber auch veranstalten möge, stets wird es ein Hauptaugenmerk seyn müssen, die Brücke nicht zu zerstören, welche das Volk im Conner mit der Wissenschaft zu erhalten geeignet ist. Man wahre die Würde der Wissenschaft, aber man suche diese Würde nicht darin, sie durch möglichst abstruse Systeme, durch Ausscheidung alles dessen, was nicht in Zahlen und Formeln dargestellt werden kann, und durch ängstliche Vermeidung jeder Benennung, an welcher die Phantasie einen Anknüpfungspunct entdecken könnte, für Jeden, der ihr nicht sein ganzes Daseyn widmen kann, ungenießbar zu machen. Es war gewiß wohlgethan, die Wissenschaften von jenem unnützen nomenclatorischen Wuste zu befreien, mit dem das Zeitalter der Scholastik sie beschenkt hatte, und der zu nichts diente, als ihren freien Flug zu hemmen; und die einfach auf die Sache eingehenden Darstellungsweisen unserer jetzigen Lehrbücher sind dem bombastischen und künstlichen Wortschalle, worin ein früheres Jahrhundert sich gefiel, unendlich vorzuziehen; — aber bei den Bildern des Firmaments handelt es sich nicht um ein hohles Product des finstern Mittelalters; und ist unläugbar ein Mißbrauch mit ihnen getrieben worden, so hebt dieser den Gebrauch nicht auf. Das Volk, und namentlich das deutsche, kennt diese Bilder und achtet sie als einen alten und liebgewordenen Besitz; die Wissenschaft hat sich bisher bei ihrem Gebrauche nicht übel befunden, und würde sie vielleicht bald genug zurückwünschen; von ihrer Kenntniß dürften sich ohnehin weder die jetzigen, noch die künftigen Astronomen dispensiren; was also könnte ihre Vernichtung oder gänzliche Umgestaltung uns frommen? In der Wissenschaft, wie in der Politik, sehen wir den wahren Fortschritt überall am erfreulichsten da gedeihen, wo Achtung vor dem bewährten Alten ihm stets zur Seite ging; seyen wir

Aſtronomen, alſo ebenfalls, was ſich am meiſten für uns geziemen dürfte: gemäßigte Conſervative.

Nachſchrift.

Die Sterngruppen, die wir am Himmel erblicken, und die auch größtentheils mit den Bildern coincidiren, ſind allerdings zunächſt nur als optiſche zu betrachten. Was in der Wirklichkeit ſich in unermeßlichen Weiten hinter einander befindet, kann für unſern Anblick nahe neben einander erſcheinen, und ein Sternbild iſt alſo keineswegs nothwendig auch ein Sternſyſtem. Die Wiſſenſchaft muß ſich nun allerdings das Ziel ſtecken, die Syſteme, falls deren wirklich an unſerm Firmament ſich finden, einzeln zu erkennen, und wenn der Nachwelt dieſes Streben gelingt, wird auch eine andere Zuſammenſtellung, auf die wirklichen im Raume gegebenen Gruppen ſich gründend, eingeführt werden müſſen. Allein abgeſehen davon, daß wir zur Zeit noch weit von einer ſolchen Kenntniß entfernt ſind, daß vorausſichtlich noch lange Jahrhunderte entſchwinden werden, ehe wir zu einer Aſtrognoſie in dieſem Sinne gelangen, ſo zeigt uns ſchon das Wenige, was wir jetzt wiſſen oder als wahrſcheinlich vermuthen, daß unter den optiſch zuſammengehörenden Gruppen viele, vielleicht die meiſten, zugleich phyſiſche ſind. Von dem bekannten Sternhaufen der Plejaden vermuthete man längſt, daß eine zufällige Coincidenz der Richtungslinien nicht Hunderte von hellen Sternen in einen Raum vereinigt haben würde, der kleiner iſt, als mancher andere, gänzlich ſternenleer erſcheinende. Nöthigte uns nun hier ſchon das Geſetz der Wahrſcheinlichkeit zur Annahme eines phyſiſchen Connexes, ſo iſt dieſer durch Beſſels Unterſuchung der eigenen Bewegungen dieſer Sterne zur Gewißheit erhoben, und eine ſpäte Folgezeit wird dahin gelangen, dieſen Connex näher zu beſtimmen. Für die Gruppe der Hyaden läßt ſich aus den bis jetzt bekannten eigenen Bewegungen ein ähnlicher Beweis führen: von 13 Sternen derſelben, die wir näher kennen, haben 12 eine nach Quantität und Richtung hinreichend übereinſtimmende eigene Bewegung, um ſie als zuſammengehörend zu bezeichnen; der dreizehnte, nicht übereinſtimmende aber iſt der bekannte Aldebaran, der auch die übrigen an Helligkeit weit übertrifft, alſo wohl zwiſchen der eigentlichen Hyadengruppe und unſerm Sonnenſyſtem, und zwar dem letztern beträchtlich näher, aber auf gleicher Linie ſteht. Nahe liegt es auch, den glanzvollen Orion, wenigſtens die Mittelgegend deſſelben, in ein wahres Sternſyſtem zuſammenzufaſſen; doch wird es hier nicht ſo leicht ſeyn, zur Gewißheit zu kommen, da faſt bei ſämmtlichen Orionsſternen die eigenen Bewegungen äußerſt langſam vor ſich gehen, und für den Zwiſchenraum von Bradley bis Argelander kaum oder gar nicht zu erkennen ſind. Gleichwohl dürfte ſchon jetzt kaum mehr ein Zweifel ſtattfinden, daß dieſe Sterne ſich ſämmtlich in Richtungen bewegen, die zwiſchen Oſt und Süd fallen, was alſo doch ebenfalls entweder auf eine — ſehr unwahrſcheinliche — zufällige Uebereinſtimmung oder auf einen phyſiſchen Conner führt. Noch an mehreren Gruppen fängt man an, eine Aehnlichkeit der Bewegungsrichtungen wahrzunehmen, die ſelbſt dann noch übrig bleibt, wenn die eigene Bewegung der Sonne nach ihrem wahrſcheinlichen Effect in Rechnung gebracht wird; und da der Erfolg in den oben angeführten Beiſpielen der Erwartung entſprochen hat, ſo dürfen wir auch überall, wo Sterne ähnlicher Größen ſich beträchtlich dichter, als in andern Gegenden finden, alſo z. B. in der Leyer, der Caſſiopeja, dem Kreuze des Südens, dem Haar der Berenice, den drei hellen Sternen des Adlers u. ſ. w. einen phyſiſchen Attractionsconner vermuthen, wenn es auch wahrſcheinlich iſt, daß die Folgezeit einzelne Sterne dieſer größern Gruppen, als nicht wirklich zu ihnen gehörend, in ähnlicher Weiſe ausſcheiden wird, wie Aldebaran aus dem Syſtem der Hyaden geſtrichen werden muß. Daß kleinere Partialſyſteme unter den Fixſternen überaus häufig ſind und ihre Zahl mindeſtens in die Tauſende geht, iſt jetzt keinem Zweifel mehr unterworfen; und der Schluß auf größere, die aber eine weit längere Zeit zur Erkennung erfordern, liegt nahe. Iſt alſo dieſe Anſicht die wahre, und ſind uns in einem bedeutenden Theile der

optiſch augenfälligen Gruppen zugleich phyſiſche gegeben, ſo werden zweckmäßig gewählte Sternbilder (und die der Alten ſind dieß meiſtens) auch für die Zukunft nicht allein gerechtfertigt erſcheinen, ſondern auch eine noch höhere Wichtigkeit und Bedeutung als gegenwärtig erhalten, während eine Gradnetzeintheilung, man möge ſie einrichten, wie man wolle, ſtets nur eine untergeordnete Bedeutung haben kann."

So weit unſer Mädler. — Ich habe, unter dem populären Geſichtspuncte meines Werkes, Freunden der Aſtronomie jetzt nur auch noch beſonders neueſte „Sternkarten" ſolcher Art zu bezeichnen, daß dadurch mäßigen Anſprüchen genügt wird. Dahin rechne ich namentlich Littrow's „Atlas des geſtirnten Himmels." Stuttgart. 1839. 36 Tafeln kl. 4. (ſaubere Arbeit); Germar's (ſchon im Art. Sternbilder hervorgehobene) „Sechs Tafeln zur Erleichterung der Himmelskunde." Lpz. 1846. (vortrefflicher Stich), und endlich Schwink's Himmelskarten, welche der verewigte große Königsberger Aſtronom Beſſel ſehr lobt,* und mit deren Empfehlung auf Grund einer ſolchen Auctorität ich den gegenwärtigen Vortrag über „Sternkarten" beſchließe.

* Hier iſt Beſſel's Anzeige dieſer Karten, wie ich dieſelbe in öffentlichen Blättern finde; man wird ſie in einer Note gern leſen.

„Der Hauptmann Schwinck hat eben fünf Blätter erſcheinen laſſen, welche den in unſeren Gegenden der Erde ſichtbaren Theil des Himmels auf eine Art darſtellen, die ihnen Anſpruch auf allgemeine Theilnahme gibt. Dieſe Darſtellungsart vereinigt höchſt glücklich Alles, was die Karten den Aſtronomen brauchbar machen kann, mit dem für diejenigen Erforderlichen, die Kenntniß der Sternbilder und Sterne erſt erwerben wollen. Veranlaſſung hierzu wird, glaube ich, Jeder haben, der der (ſchwierigen) Erklärung ausweichen will, warum er ſich bemüht hat, die ſieben, in den Büchern beſchriebenen, Wunderwerke der Welt kennen zu lernen, während er nicht nach den Eigenthümlichkeiten und Benennungen des großen Weltwunderwerks gefragt hat, welches jeder heitere Abend prachtvoll ſeinem Auge vorführt. — Doch dieſe Frage ſollte allgemeiner ausgeſprochen werden; ſie iſt viel zu wichtig, um bei zufälliger Veranlaſſung, wie die gegenwärtige, mehr als bloße Erwähnung zu geſtatten. — Vier der Schwinck'ſchen Karten ſtellen den Gürtel der Himmelskugel dar, der ſich von 30° ſüdlich vom Aequator bis 50° nördlich erſtreckt; die fünfte zeigt die Gegend des Nordpols bis zu 46° Entfernung von ihm. Dieſe Karten enthalten nicht nur alle, mit bloßen Augen ſichtbaren Sterne, ſondern auch noch die — erſt durch ein ſchwaches Fernrohr ſichtbar werdenden — der ſiebenten Größe. Die größeren Sterne ſind durch größere und kleinere, mehr oder weniger ſchwarz ausgefüllte, oder auch ganz leer gelaſſene Kreiſchen, die kleinſten durch Kreuze bezeichnet, und zwar ſind dieſe Bezeichnungen ſo gewählt, daß ihre Augenfälligkeit in demſelben Verhältniſſe iſt, in welchem die Helligkeiten der Sterne am Himmel ſind. Den herkömmlichen Ornat der Sterne — den Strahlenring — hat Schwinck mit Recht verworfen. — Dieſe paſſende Bezeichnungsart der einzelnen Sterne hat zur Folge, daß der Ueberblick über eine Sterngruppe auf der Karte ihr Ausſehen am Himmel möglichſt gut verſinnlicht; es wird dadurch Jedem ſehr leicht werden, ſich bei Vergleichungen der Karten mit dem Himmel, zurechtzufinden. Sorgfältig iſt Alles vermieden, was jenen Ueberblick ſtören könnte. Die Figuren der Sternbilder durften zwar nicht auf den Karten fehlen; allein ſie ſind mit hellbrauner Farbe gezeichnet und ſo wenig auffallend, daß ſie die Gruppirungen der Sterne nicht im Mindeſten undeutlich machen. Man ſieht ſie nur, wenn man ſie ſehen will; die dem Himmel, nicht wie die Bilder angedichteten, ſondern angehörenden Sterne treten dagegen ſchwarz auf dem blaſſen Grunde hervor. — Wer eine, ihm bekannte Sterngruppe am Himmel betrachtet, dem vergegenwärtigt ſie die Umriſſe des Bildes, mit welchem zugleich er ſie kennen gelernt hat; er ſieht z. B. in Gedanken den Schild, den Gürtel, das Schwert des Orion, indem er wirklich die zu ihnen

Sternkegel; Coniglobia; *Coniglobes*. Vorstellungen der hohlen Kugelfläche des gestirnten Himmels (der Innerfläche der scheinbaren Himmelshohlkugel) auf der Innerfläche zweier gleichseitiger Kegel. Da uns die künstliche Himmelskugel (vergl. d. Art.) nur die äußere erhabene Fläche (die Convexität), und die Sternbilder darauf also umgekehrt (z. B. vom Orion, welchem wir an der Concavität in das Gesicht schauen, nur den Rücken) zeigt, hohle Kugeln aber, in deren Inneres man sehen sollte, wenig brauchbar sind; so hat man zur Darstellung vielmehr hohle „Kegel" dienlich gefunden, welche sich zugleich sehr wohlfeil aus Pappe machen lassen, und auf deren Innerfläche die Innerfläche der scheinbaren Himmelshohlkugel bequem dargestellt (abgezeichnet) werden kann.* Jede der beiden Halbkugeln des Himmels füllt die innere Fläche eines solchen Kegels dergestalt aus, daß der Pol in die Spitze, der Aequator in den Umkreis der Grundfläche fällt.

Dergleichen „Sternkegel" zur Erleichterung des Studiums der Himmelswissenschaft finde ich zuerst von einem gewissen Zimmermann „Coniglobium nocturnale stelligerum." Hamburg. 1692; nach ihm hat sie zum Schulgebrauche besonders der bekannte Professor Funk zu Leipzig: „Anweisung zur Kenntniß der Gestirne vermittelst zweier Sternkegel."

gehörigen Sterne sieht. Die schwarzen Sterne und die hellbraunen Linien auf den Schwinck'schen Karten erzeugen einen Eindruck, der Dem, was das Auge sieht und was die Erinnerung vergegenwärtigt, verglichen werden mag. Die Entwerfungsart der Schwinck'schen Karten ist die sterengraphische, welche die Eigenschaft hat, selbst an den Rändern der Blätter keine Verzerrung des Bildes hervorzubringen. Das Kartennetz ist mit bewunderungswürdiger Regelmäßigkeit und Schönheit gezeichnet; es hat für jeden zweiten Grad eine Linie, für jeden zehnten eine stärkere. In dieses schöne, zum großen Vortheile des astronomischen Gebrauches der Karten gereichende Netz sind die Sterne, mit ihm angemessener Genauigkeit, an den Oertern eingetragen, welche sie im Jahre 1850 einnehmen werden. Kein Stern des Piazzi'schen Verzeichnisses, insofern er nicht kleiner als 7ter Größe ist, fehlt auf den Karten; und die nicht in diesem Verzeichnisse, aber in den Harding'schen speciellen Himmelskarten vorkommenden Sterne bis zu derselben Größe, sind gleichfalls auf ihnen verzeichnet. Die Schwinck'schen Karten enthalten also alle Sterne bis zur 7ten Größe, welche aus diesen beiden Quellen geschöpft werden konnten; sie sind im Ganzen als vollständig bis zu dieser Grenze anzusehen, wenn auch nicht angenommen werden kann, daß nicht noch hin und wieder ein Stern gefunden werden sollte, der irrig zu einer höheren Größenklasse gezählt worden ist, während er in die 7te gehört. Interessant ist es, aus den Karten zu sehen, wie nur die kleineren Sterne in gewissen Gegenden des Himmels sich stark zusammendrängen, während die helleren, bis zur 7ten Größe einschließlich, nirgends einander so nahe sind, daß ihre Darstellung einen größeren Maßstab der Karten wünschen ließe. Als einen großen Vorzug der neuen Karten betrachte ich, daß sie den ganzen, bei uns sichtbar werdenden Theil des Himmels auf nicht mehr als fünf Blättern, von nicht unbequemer Größe (Höhe 16 Zoll und Breite 18 Zoll), abbilden. Die Uranographie von Bode enthält 20 Blätter von etwa 21 Zoll Höhe und 28 Zoll Breite, und leistet, trotz dieser viel größeren Ausdehnung, doch bei weitem nicht so viel, und das, was sie leistet, bei weitem nicht so vollkommen, als die fünf Schwinck'schen Blätter. Diese sind daher ein sehr werthvoller Besitz für die Astronomen geworden. Diese Anzeige ihres Erscheinens aber schreibe ich, um eine größere Anzahl von Lesern wissen zu lassen, wie leicht sie jetzt zu einer vortrefflichen und dem Zwecke gemäßen Abbildung des Himmels gelangen können."

Königsberg. F. W. Bessel.

* Man verfertiget sie hinreichend weit und im Verhältnisse zur Grundfläche nicht zu hoch, läßt auch wohl die Spitze offen, um gleich Licht genug zu haben. — Eine gewöhnliche Krämerdüte mit abgeschnittener Spitze gewährt die schnellste Vorstellung.

Leipz. 1770. empfohlen. Jetzt sind sie wohl kaum mehr im Gebrauche; man kann die Himmelskugeln zu einem so wohlfeilen Preise kaufen, und der kleine Uebelstand, daß uns auf deren Convexität die Sternbilder (z. B. Perseus, Orion), wie gesagt, den Rücken, statt in der Wirklichkeit (an der Concavität) das Antlitz, zukehren, wird durch die Einbildungskraft, wenn man sich nur jede Halbkugel hohl und durchsichtig denkt, so leicht überwunden, daß der Globus den Vorzug erhalten hat.

Sternkenntniß, s. Astrognosie, Sternbilder und Sternkarten.

Sternkunde, s. Astronomie.

Sternrohr, s. Fernrohr.

Sternschnuppe, Stella cadens; *Étoile tombante*. Dieses Meteor, welches bei seiner großen Häufigkeit von allen meinen Lesern selbst beobachtet worden ist, besteht, wie Sie also wissen, in der Hauptsache darin, daß ein leuchtender, einem Sterne ähnlicher, zuweilen größer, zuweilen kleiner, oft nur wie ein Punct erscheinender Körper gleichsam vom Himmel herabfällt und erlöschend verschwindet. Nicht immer erfolgt dieses Fallen in der gewöhnlichen verticalen Richtung; viele Sternschnuppen beschreiben dabei eine krummlinige, gleich ihnen selbst glänzende und erst mit ihnen erlöschende Bahn; wieder andere kommen in schiefer Richtung zur Erde, und von noch mehreren kann (vergl. unten) ein solches „Herabfallen zur Erde" gar nicht angenommen werden. Die Erscheinung ist früher zu den, der irdischen Atmosphäre angehörigen „feurigen Meteoren" gerechnet, also ausschließlich als tellurischen Ursprunges betrachtet worden, und würde demgemäß nicht vor das allgemeine Forum der Astronomie, sondern in die specielle Meteorologie unseres Planeten gehören. Allein die neuesten Beobachtungen haben dagegen höchst wahrscheinlich gemacht, daß zwischen Sternschnuppen, gleichwie zwischen den ihnen verwandten, von mir in einem eigenen Artikel, welchen ich zu vergleichen bitte, behandelten Feuerkugeln ein großer Unterschied bestehe, und daß diese Meteoren wirklich nur theils tellurischen, theils aber auch kosmischen Ursprunges sind. Die irdische Atmosphäre befreiet sich von den in ihr aufgestiegenen fremdartigen Stoffen durch wässerige sowohl, als durch feurige Niederschläge; letztere sind die „tellurischen" Sternschnuppen, Feuerkugeln u. s. w.: sie fallen, wie der Regen, zurück zur Erde, von welcher ihre Materien in die Atmosphäre empor gestiegen sind; und ihre Betrachtung gehört, wie gesagt, lediglich in die Meteorologie unseres Planeten.

Ganz anders verhält es sich dagegen rücksichtlich der kosmischen Meteore dieser Art. Das ganze Universum, der ganze Aether ist mit einer Materie geschwängert, von welcher ich unter der Benennung „Weltenschöpfungsstoff" in einem eigenen Vortrage handeln werde, und dessen erste kleinste Zusammenballungen (Planeten-Elemente oder „Himmels-Infusorien," wie sich der Breslauer Astronom Boguslawsky darüber ausdrückt), mit feuriger Entwicklung ihres Uranfanges (ihrer Verdichtung), jene „kosmischen Sternschnuppen," Feuerkugeln u. s. w. abgeben, welche uns, als im Raume schwebend oder gar schon Bahnbewegung besitzend, zwar als feurige Welt-Meteore nicht weniger zu Gesicht kommen können, aber ohne dabei, wie ich es eben vorn gleich bevorworte, wie die tellurischen Sternschnuppen, nun auch an ein Zurückfallen zur Erde, welcher sie ja ihren Ursprung gar nicht verdanken, gebunden zu seyn. — Unter diesem Gesichtspuncte sind dergleichen Meteore, für welche man nun einmal den allgemeinen Namen der „Sternschnuppen," „Feuerkugeln," admittirt hat, allerdings ein astronomisches Phänomen; und unter demselben habe ich den Vorgang näher zu verfolgen.

Bei dieser Verfolgung wird unsere Aufmerksamkeit aber sogleich ganz besonders durch den höchst merkwürdigen, meinen Lesern gewiß auch zuerst einfallenden Umstand einer gewissen Periodicität der Erscheinung erregt, nämlich durch das häufigere Vorkommen dieser Meteore in den daher sogenannten „Sternschnuppen-Nächten" * des (ungefähr) 11ten

* „Nächten"; denn bei Tage, wo diese

August und 12ten November, welches man seit einiger Zeit alljährlich beobachtet hat, und von welchem, mit Verweisung wegen des Näheren hierher, vorläufig auch schon im Art. Feuerkugeln die Rede gewesen ist.

Das Factum selbst zunächst steht unzweifelhaft fest: gerade in den bezeichneten Nächten sind zuweilen ganz ungeheure Mengen solcher Meteore am Himmel gesehen worden; und namentlich unser Humboldt („Reisen." Deutsche Uebersetzung. II. S. 278) bringt darüber aus eigener Ansicht Details bei, welche in das größte Erstaunen versetzen. Die Merkwürdigkeit dieses meteorischen Vorganges wächst sodann aber noch mehr dadurch, daß nach den Ermittlungen des Berliner Astronomen Encke der Hauptpunct der Erscheinung am Himmel in der, gerade zu diesen Zeiten von der Erde verfolgten Richtung in ihrer Bahn um die Sonne gelegen hat; und man ist dadurch auf die Ansicht geführt worden, daß der Planet Erde bei seinem Jahreslaufe durch den Himmelsraum dann in solche Aether-Regionen eintrete, in welchen die Disposition zur Zusammenballung des „Weltenschöpfungsstoffes," und also zur Formation der „kosmischen Sternschnuppen" eben bedeutend vorherrsche. Diese Hypothese scheint aber auch wirklich Alles und selbst die Modification sehr glücklich zu erklären, daß der Vorgang (vergl. unten) nicht stets einen gleich auffallenden Charakter hat, indem man dieß danach nur von einem Ab- oder Zunehmen jener Disposition dependiren lassen darf.

Unter einem, wenn auch in der Hauptsache nicht andern, doch noch weiteren und noch interessanteren Gesichtspuncte aber behandelt der Berliner Physiker Ermann diese Sache, indem er die in Rede stehende Sternschnuppen-Periode mit dem gleich periodischen, gewöhnlichen Kälte-Eintritte um den 11ten, 12ten und 13ten Mai (den Tagen der sogenannten „strengen Herren") in Verbindung bringt; und ich hoffe, die Leser zu verpflichten, wenn ich dasjenige hier beibringe, was ich in öffentlichen Blättern des Jahres 1845 darüber vorfinde.

„Es wird gewiß manchem Leser noch erinnerlich seyn," heißt es aber daselbst, „daß Prof. A. Erman vor etwa 6 Jahren sowohl die durch meteorologische Journale völlig bestätigte Temperatur-Erniedrigung am 11., 12. und 13. Mai (den sogenannten strengen Herren, Mamertus, Pankratius und Servatius), als auch eine gleiche Eigenschaft des 5., 6. und 7. Februar dadurch erklärte, daß an eben jenen Tagen diejenigen Körper zwischen der Sonne und Erde hindurchgehen, welche wir respective am 12. November und am 11. August als Sternschnuppen von ungewöhnlichem Glanze und Häufigkeit zu sehen pflegen. Er forderte schon damals auf: an den genannten kalten Tagen die Sonne fleißig mit Fernröhren zu beobachten, in der Aussicht, daß die vor derselben vorübergehenden dunklen Körper, welche der Erde Wärmestrahlen entziehen, sich auch dem Auge zeigen würden. Diese Vorhersagung ist nun in diesem Jahre aufs genaueste in Erfüllung gegangen, und es hat somit auch eben jene kosmische Erklärung der Maikälte die kräftigste Bestätigung gefunden. Es freut uns, über die schon früher in diesen Blättern erwähnte Beobachtung, welche hierzu geführt hat, nunmehr den vollständigeren Bericht geben zu können, welchen ein deutscher Astronom, Hr. F. Peters, der sich jetzt in Sicilien befindet, an Hrn. Erman brieflich mittheilte:

Catania, 1845. August 22.

„Eine Sie persönlich gewiß sehr interessirende Beobachtung habe ich das Vergnügen Ihnen mitzutheilen. Der Ausspruch, den Sie (Astr. Nachr. Nro. 385. p. 15.) im August 1839 über den aufsteigenden Knoten der August-Sternschnuppen machten: „es scheint nicht ganz unmöglich, daß sich der jedenfalls zwischen Febr. 5,5 und Febr. 7,5 stattfindende Durchgang der Sternschnuppen zwischen der Sonne und der Erde, sogar dereinst durch irgend eine Wahrnehmung an der Sonnenscheibe selbst, entdecken lasse," — und für den Sie (Astr. Nachr. Nro. 390) durch die anomal erkälteten Tage im Februar, und um den 12. Mai ein neues Argu-

kosmischen Sternschnuppen denn unstreitig nicht weniger häufig vorkommen, sieht man sie nur nicht.

ment bekannt machten, hat sich, rücksichtlich des Novemberstromes, im Mai d. J. aufs vollkommenste bestätigt. Ich theile Ihnen mit, was ich von Capocci theils aus Briefen, theils aus einem Artikel desselben in der Neapolitanischen Zeitung vom 17. Mai darüber erfahren. Die Sonne hatte seit Anfang dieses Jahres sehr ausgezeichnete Flecken gezeigt; während meines Aufenthalts in Neapel maß ich dieselben, 3 Monate lang, so oft die Witterung es erlaubte, und bat bei meiner Abreise, im Anfang Mai, Hrn. Director Capocci, diese Messungen fortsetzen zu lassen. Einer der Alumnen, Herr Degasparis, eben damit beschäftigt, benachrichtigte am 11. Mai um 9 Uhr 30 M. den Dir. Capocci, daß er über die Sonnenscheibe einen großen runden Körper habe passiren sehen, ungefähr halb so groß als Mercur. Glaubend, daß diese Erscheinung von einer Ermüdung des Auges hergerührt habe, und um das Sonnenbild bequemer beobachten zu können, wurde dieses nun von Capocci, nach Beiseitelegung des Blendglases, auf einem weißen Papier aufgefangen. Während dessen erschien ein kleiner dunkler Körper von ungefähr 3″ bis 4″ Durchmesser, welcher mit gradliniger Bewegung und mit einer gewissen Geschwindigkeit das Sonnenbild schief durchlief und verschwand. Nach dieser ungewöhnlichen Erscheinung nun aufmerksamer das Bild betrachtend, zeigte sich plötzlich eine große Zahl von Kügelchen, ähnlich dem ersten. Alle hatten eine kreisförmige Figur, wohl begrenzt, sehr schwarz in der Mitte. Ihr Durchmesser variirte zwischen 1″ und 5″ oder 6″*. Sie durchliefen die Sonne mit verschiedener Geschwindigkeit; einige brauchten einen Bruchtheil einer Secunde, andere 1″, 2″, 3″ bis zu 7″5. Alle hatten eine geradlinige und im Allgemeinen parallele Bewegung; aber die Richtung dieser Bewegung variirte von Zeit zu Zeit, und wurde selbst entgegengesetzt von der ersten; diese Richtung hatte nichts gemein mit der Bewegung der Wolken, welche vor der Sonne vorüberzogen, noch mit der Verticalen, insofern nämlich die Körperchen sich häufig gegen den Wind und von unten nach oben bewegten. Außerdem nahmen einige an der allgemeinen Bewegung nicht Theil, und durchschnitten dieselbe unter allen möglichen Winkeln. — Zur Zeit des stärksten Afflures dieser Kügelchen wurden in 10′, nämlich von 10 h 37′ bis 47′ 102 gezählt; es erschienen aber niemals mehr als 4 oder 5 auf Einmal vor der Sonne. Diese Beobachtungen hatten, außer den Genannten, zu Zeugen noch den Dr. Demartino und den Assistenten del Re, welcher um 11 h hinzu kam, als die Zahl der Körperchen jedoch schon bedeutend abgenommen hatte. Zum Ersatz derselben bot sich aber ein anderes Phänomen dar. Schon einige Zeit hatte es geschienen, als ob vor der Sonne ein Schatten oder etwas Aehnliches vorbeipassirte, aber etwas viel Größeres. Endlich dachte Capocci, die Ocularröhre etwas herauszuziehen, um zu sehen, ob man dadurch dem fliehenden Schatten etwas mehr Präcision geben könne. Und in der That, nachdem der Focus um 1 bis 2 Centimeter verlängert worden, sahe man verschiedene Körper mit einem sehr bestimmten Umriß vorüberziehn, welche offenbar derselben Art schienen mit jenen früheren, jedoch mit folgenden Abänderungen, welche übrigens vollkommen mit der größern Nähe übereinstimmen. Ihr Durchmesser war ungefähr 10 Mal größer, einige hatten sogar einen Durchmesser von 2′ bis 3′. Ihr Vorübergang vor

* Unter dem Titel: Ueber einige Thatsachen (Temperatur-Verminderungen und Sonnenverdunklungen), welche wahrscheinlich machen, daß die Asteroïden der Augustperiode sich im Februar, und die der Novemberperiode im Mai eines jeden Jahrs zwischen der Sonne und der Erde befinden. Von A. Erman. (December 1839). — Der Schluß dieses Aufsatzes lautet: „Der Verfasser ist natürlich auf manchen Zweifel über den hier ausgesprochenen Satz gefaßt, zugleich aber entschädigt durch die Hoffnung, daß man schon in den nächsten Jahren um den 6. Februar und um den 12. Mai mit Photometern und Fernröhren viele Beobachtungen zur Prüfung desselben anstellen werde."

der Sonne war weit schneller, zuweilen augenblicklich, wie der einer Sternschnuppe. Aber es waren auch einige, welche 2″ bis 3″ lang sichtbar blieben, und welche daher mit Muße ihre Form betrachten ließen. Obgleich kugelförmig wie jene andern kleinern, boten diese sehr merkliche unregelmäßige Protuberanzen dar. Noch wurde bemerkt, daß, wenn die Bewegung dieser Körper, sowohl der kleinen als der großen, langsam und krummlinig ward, oder auch gebrochen, dieses nur sich ereignete, wenn mehrere zugleich neben einander erschienen, gleichsam als ob eine gegenseitige Störung stattfand. Um 10 h 30 m wurde ein Körper bemerkt, der offenbar doppelt schien; nachdem derselbe ungefähr $^2/_3$ des erleuchteten Feldes mit einer merklich gradlinigen Bewegung von Osten nach Westen durchlaufen hatte, änderte er plötzlich seinen Weg und trat in einer Curve wenigstens 60° gegen seine erste Bahn geneigt aus. — In den Nachmittagsstunden erlaubten die Wolken zu verschiedenen Malen, die Sonne zu beobachten; der Vorübergang der Körperchen fuhr fort, aber ihre Anzahl hatte bedeutend abgenommen; man zählte kaum 10 in 10 Minuten. — Der folgende Tag, 12. Mai, war neblig, und nur nach 11 h war es verstattet, die Sonne zu sehen. In $^3/_4$ Stunden wurden etwa 20 Kügelchen gezählt. Eine halbe Stunde nach Mittag zählte man 18 in 11′. Darauf bedeckten die Wolken Alles. — Am 13. Mai konnte die Sonne ungeachtet der schlechten Witterung mehrmals beobachtet werden; sie ward immer von Kügelchen durchzogen, deren mittlere Anzahl 8 in 10′ betrug; aber um 11 h 35′ zählte man 55 in der kurzen Zeit von 5 Minuten; darnach wurden sie sehr selten. — Der 14. Mai war regnigt; bloß Abends, eine Stunde vor ihrem Untergang, zeigte sich die Sonne, aber durchaus ohne Kügelchen. — Am 15. Mai und folgenden Tagen zeigte sich nichts mehr, und das Phänomen schien beendet zu seyn. — — Ich habe Ihnen hier fast wörtlich Capocci's Mittheilungen gegeben, und bemerke nur noch, daß die Fernröhre gewechselt wurden, und daß die Anzahl der Beobachter keinen Zweifel an der Existenz des so deutlichen Phänomens übrig läßt. — Die von Ihnen angegebenen Tage sind gerade der 11—13. Mai, und alle Erscheinungen zeigen so deutlich die Sternschnuppen vor der Sonne, daß ich die größte Freude habe, Ihnen dieses mittheilen zu können, und Ihnen zu dieser Bestätigung Glück zu wünschen! Am 5.—7. Februar werde ich nicht unterlassen, aufmerksam die Sonne zu betrachten, obgleich es wahrscheinlich ist, daß das Phänomen nicht unter allen Umständen sich zeigt.“ —

Ich will diesen Erman'schen Ansichten von dem uns hier beschäftigenden Sternschnuppen-Phänomen nur noch hinzufügen, daß der verewigte Königsberger Astronom Bessel, mit welchem ich mündlich über den Gegenstand habe verkehren können, ziemlich derselben Ansicht war. Gleichwohl wage ich, von dem bis jetzt erstiegenen Standpuncte aus, nicht, sie weiter zu verfolgen. Die letztjährigen „Sternschnuppen-Nächte“ scheinen, vielleicht aus den deßwegen schon oben mit Verweisung hierher angedeuteten Gründen, nicht den nämlichen auffallenden Charakter gehabt zu haben; wenigstens sind meine eigenen Beobachtungen sehr unbefriedigend ausgefallen; — und ich beschränke mich also für jetzt noch bescheiden auf das Angeführte, indem ich schließlich den, im also verwandten Vortrage über Feuerkugeln namhaft gemachten bezüglichen Werken nur noch die anderweite literarische Notiz hinzufüge, daß der vom Heidelberger Physiker Muncke für die zweite Auflage von Gehler's „Physikal. Wrtrb.“ (Lpz. 1836 flgd.) gearbeitete Artikel „Sternschnuppen“ manche interessante, für meinen Zweck jedoch zu weitläuftige weitere Anführungen über das „Sternschnuppen“-Phänomen enthält.

Sternstunde, Sterntag, } s. Sternzeit.

Sternverzeichnisse, s. Fixsternverzeichnisse.

Sternwarte; Observatorium, Specula astronomica; *Observatoire.* Ein zu astronomischen Beobachtungen paßlich eingerichtetes, mit den erforderlichen dießfallsigen Instrumenten (vergl. d. A.) ausgerüstetes Gebäude. Dergleichen Sternwarten, und zwar zunächst auf Kosten

der Gouvernements unterhaltene Staats-Sternwarten besitzen jetzt alle Hauptstädte nicht nur Europa's, sondern meistens auch der außereuropäischen Welttheile*; und daneben bestehen zahllose Privat-Sternwarten, deren Zahl sich, mit der wachsenden Liebe zur edelsten und erhabensten aller Wissenschaften, noch alltäglich vermehrt. Auf ihre Einzelnennung, Beschreibung und Geschichte einzugehen, ist daher, wenn ich nicht die nothwendigsten Grenzen meines Werkes überschreiten will, abgesehen von der Unnützlichkeit, da in der Hauptsache doch eine Sternwarte der andern gleicht, ganz unmöglich; man findet die betreffenden neueren Notizen in des verdienstvollen Leipziger Astronomen Jahn „Geschichte der Astronomie des 19ten Jahrhunderts." Leipz. 1844. 2 Thle. gr. 8. II. 215 flg., gleichwie das Aeltere beim Lalande „Astronomie." Vorrede, XXXIV. flgd. Ich muß mich begnügen, aus letzterem Werke Einiges über die alte Sternwarte zu Pekin, aus ersterem aber über die neueste „Riesen-Sternwarte" zu Pulkowa, unsern Petersburg, beizubringen.

„Es gab zu Pekin," führt aber Lalande l. c. an, „schon vor Jahrhunderten ein auf den Mauern der Stadt erbauetes, dieselben um 12 Fuß überragendes Observatorium. Der Jesuit P. Verbiest, damaliger Präsident des „Tribunals der mathematischen Wissenschaften" zu Pekin, erhielt vom Kaiser Cam-hy die Erlaubniß, dieß Observatorium mit neuen Instrumenten versehen zu dürfen, worüber er später ein eigenes Schriftchen: „Astronomia Europaea sub Imperatore Tartaro-Sinico Cam-hy." Dilingae. 1687. 4. hat erscheinen lassen. Auf dieser Sternwarte sind eine Menge der nützlichsten Beobachtungen gemacht worden; und der (uns aus dem Artikel Durchgang, S. 241, bekannte) P. Hell hat eine Reihe derselben (1717—1752) in einem besondern, 1768 zu Wien herausgegebenen Werke discutirt" (den heutigen Zustand dieser Sternwarte kenne ich nicht).

Nur soweit Pekin; — über Pulkowa dagegen bin ich, mit der bevorworteten Beziehung auf Jahn, nach dem mir ebenfalls mitgetheilten Berichte eines Augenzeugen, etwas ausführlicher.

„Wiewohl das großartige und in seiner Art einzige wissenschaftliche Institut der Sternwarte zu Pulkowa," schreibt aber dieser Augenzeuge, „schon vielfach in öffentlichen Blättern besprochen worden ist, so hat doch den Verfasser ein Besuch dieser Sternwarte im September d. J. so viel des Neuen und Interessanten kennen gelehrt, daß er es für keine vergebliche Arbeit erachten kann, sie einigermaßen ausführlich zu beschreiben. Von Petersburg kommend und auf der breiten weißrussischen Landstraße gerade nach Süden sich richtend, gewahrt man bald den etwa 180 Fuß sich erhebenden Berg von Pulkowa, auf dessen oberer Fläche diese astronomische Kolonie gegründet ist. Die Straße führt in vollkommen gerader Linie $2^1/_2$ Meile weit bis an den Fuß des Berges, wo sie, links durch das Dorf Pulkowa abbiegend, den Berg umgeht. Genau in der verlängerten Richtung der Straße liegt nun das Hauptportal der Sternwarte, und in Zukunft wird die Straße gerade hinaufführen, während man jetzt vom Dorfe aus auf einer Seitenallee die Warte erreicht. Der ganze Berg ist eine Kaiserliche Domaine und war früher Bauern in Pacht gegeben, die kleine Landhäuser und Obstgärten darauf angelegt hatten und sie als Sommerwohnungen vermietheten. Diese sind verschwunden; nur ein kleiner, von Peter dem Großen gepflanzter Eichenhain ist zur Seite der Sternwarte stehen geblieben. Breite, aus sechseckigen Stücken zusammengefügte Holzbahnen, wie die Kaiserstadt sie in vielen ihren Hauptstraßen aufweist, umgeben das Gebäude. Ueber dem nach Norden gerichteten Haupteingange liest man allein die Jahrzahl der Vollendung; außerdem findet sich weder hier, noch sonst irgendwo eine Inschrift. Die prachtvolle Rotunde, in welche man zunächst eintritt, enthält in ihrem Mittelpfeiler, von äußeren Tem-

* Selbst zu Paramatta auf Neusüdwales besteht eine Sternwarte, an welcher (vergl. Kometen, S. 955) der treffliche Hamburger Astronom Rümker eine Zeit lang thätig gewesen ist; und auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung hat Herschel (der Sohn) eine solche eingerichtet.

peratur-Einflüssen fast ganz isolirt, die Hauptuhr der Sternwarte, mit welcher alle übrigen täglich verglichen werden. Ferner befinden sich hier ein Normalbarometer und einige kleinere portative Instrumente, und im Umgange der Rotunde die Bildnisse mehrerer Astronomen und Mechaniker, unter denen namentlich Copernikus ein Bild von hohem Kunstwerthe ist. Rechts und links stoßen hieran zwei Säle, in denen die Meridian-Instrumente stehen. Alles ist höchst geräumig; und auf möglichste Ausgleichung der Temperatur ist aufs Aeußerste Bedacht genommen. In einem dieser Säle befindet sich der Meridiankreis; in dem andern ein Verticalkreis und ein Passagen-Instrument;* an ersterem beobachtet Dr. Sabler, an den beiden andern Dr. Peters. Instrumente von so hoher künstlerischer Vollendung und solcher Zweckmäßigkeit aller einzelnen Theile erinnert sich der Verf. nirgends gesehen zu haben; natürlich, daß ihre Aufstellung und Prüfung einer ungewöhnlichen Sorgfalt bedurfte. Von ganz eigenthümlicher Construction aber ist das Passagen-Instrument im ersten Vertical,** für welches ein besonderer Ausbau nach Süden bestimmt ist. Die Axe ruht auf einem starken, in der Mitte von oben herab dreieckig ausgehöhltem Pfeiler; das Fernrohr befindet sich seitwärts an einem Ende der Axe; am andern ein gleich schweres Gegengewicht. Das Niveau bleibt in allen Lagen des Instruments und selbst während der Umwendung fest auf der Axe, was sich als ungemein vortheilhaft bewährt hat. Dieses Instrument hat sich Struve selbst vorbehalten, um vermittelst desselben, durch Beobachtung von Sternen, die nahe dem Zenith von Pulkowa culminiren, die Aberrations- und Nutationsconstante, nebst andern in der Astronomie wichtigen Bestimmungen, mit einer bei weitem größern Genauigkeit, als bisher möglich war, zu erhalten. Unter günstigen atmosphärischen Umständen beträgt der wahrscheinliche Fehler einer vollständigen Beobachtung nur 0,"05; und schon die wenigen Proben, welche bis jetzt mitgetheilt worden sind, haben uns eine Vergrößerung der bisher angenommenen Aberrationsconstante (20",25)* um etwa 1/9 Secunde als nothwendig kennen gelehrt. Wenn durch fortgesetzte Beobachtungen an diesem Instrument die Aberration, bis auf das Hunderttheil einer Secunde sicher, ermittelt seyn wird, so wird sich auch die Frage, ob allen Fixsternen die gleiche Geschwindigkeit des Lichts zukomme, genauer als bisher beantworten lassen. Für die parallactisch aufgestellten Instrumente, die zur Erforschung aller Himmelsgegenden bestimmt sind, erheben sich drei Kuppelthürme von Holz auf massivem Unterbau. Oeffnung und Verschluß, so wie die Bewegung derselben, geschehen fast ganz durch dieselben Vorrichtungen, wie in Berlin. Der mittlere Thurm von 32 F. Durchmesser trägt den größten aller bis jetzt verfertigten Refractoren. Im Innern läuft oben eine Gallerie herum, so daß man zum Objectiv gelangen kann, ohne es herabzubiegen. Dieses 14 Pariser Zoll im Durchmesser haltende Objectiv gestattet selbst bei Gegenständen, die sonst starken Vergrößerungen nicht günstig sind, wie der Mond, noch die Anwendung einer 1000maligen. Das Instrument ruht nicht, wie in Berlin und Dorpat, auf einem Balkenwerk, sondern auf einem 300 Pud wiegenden Monolithen, den das Gewölbe der Rotunde zu tragen hat. Dadurch ist der Vortheil erreicht, daß man in jeder noch so kleinen Zenithdistanz bequem beobachten kann, während z. B. in Dorpat 35° Zenithdistanz schon eine sehr unbequeme Beobachtung geben, und bei weniger als 30° die Beobachtung so gut wie unmöglich ist. Eine höchst einfache Vorrichtung, die aber für die Praxis von großer Wichtigkeit ist, gewährt dem Beobachter, ohne seinen Platz am Ocular zu verlassen, die Möglichkeit, das Uhrwerk

* Ueber alle diese astronomischen Instrumente handeln eigene gleichnamige Artikel unseres Werkes, welche ich zu vergleichen bitte.

** Von diesem Passage-Instrumente im ersten (durch den wahren Morgen- und Abendpunct gehenden) Scheitelkreise, vergl. d. A., ist schon in Passage-Instrument, S. 271, die Rede gewesen.

* Vgl. Abirrung des Lichtes, S. 19.

augenblicklich anzuhalten und wieder wirken zu lassen. Die beiden kleineren Thürme in SO. und SW. des Hauptthurmes sind, bestimmt, ein Heliometer und ein Plößlsches dialitisches* Fernrohr aufzunehmen. Ersteres ist schon vor 2 Jahren aufgestellt, mußte aber einiger Mängel wegen abgenommen und abermals aufgestellt werden. Beobachtungen sind noch nicht damit angestellt worden. Der zweite dieser Thürme steht zur Zeit noch leer, da Plößl's anhaltende Kränklichkeit ihm noch nicht gestattet hat, der schon 1834 gemachten Bestellung zu genügen. Der mittlere Theil des ganzen Gebäudes (die eigentliche Sternwarte) enthält außer diesen Räumen nur noch einige Arbeitszimmer und Lokale für die Bibliothek u. dgl., denn sämmtliche Wohnungsgelasse sind in die beiden Flügel vertheilt, jedoch so mit dem mittleren Theile verbunden, daß jeder Beobachter aus seinem Wohnzimmer an sein Instrument gelangt, ohne aus dem Hause treten zu müssen. Die Wirthschafts- und Stallungsgebäude nehmen die äußersten Theile zu beiden Seiten ein. Noch befinden sich symmetrisch um das Hauptgebäude vier abgesonderte kleine Thürme, deren jeder einen Theodoliten oder anderes kleines Instrument enthält, die zur Uebung für angehende Astronomen bestimmt sind. Während der Anwesenheit des Ref. wurde in allen 4 Thürmen gearbeitet. In 600 Fuß Entfernung nach Norden und Süden vom Meridiankreise aus waren zwei Häuser im Bau begriffen, die jedes einer mire méridienne** zum Schutze dienen sollten. Diese Marken (Metallplatten mit kreisförmigen Oeffnungen von etwa 1 Linie Durchmesser) ruhen auf großen granitnen Monolithen, die früher für das Passagen-Instrument bestimmt waren, sich hier aber nicht hinreichend bewährten, weßhalb Backstein Pfeiler an ihre Stellen getreten sind. Um die kleine Oeffnung nun hinreichend scharf zu sehen, waren zwei Objective von 600 Fuß Brennweite aus dem Münchener Atelier angelangt, die so eben im Saale aufgestellt wurden. Es ist gewiß eine höchst erfreuliche Erscheinung, daß ein hochgesinnter und die Wissenschaften aufs eifrigste befördernder Monarch der Astronomie einen Tempel gegründet hat, wie noch kein Land, kein Zeitalter ihn errichtete, und man ist zu der Erwartung berechtigt, daß von hier aus Fragen ihre Lösung erhalten werden, die sonst noch Jahrhunderte lang unbeantwortet geblieben wären. Gleichwohl drängt sich unwillkürlich die Frage auf: war Pulkowa, war der sechzigste Breitengrad, war das Nebelklima des ingermannländischen Littorals der Ort, wohin eine so großartige Anstalt gehörte? und boten sich nicht in der Umgegend des schwarzen Meeres andre, der wissenschaftlichen Kultur bereits zugänglich gemachte Lokalitäten dar? So gewiß man es wünschen muß, daß Himmelsbeobachtungen in möglichst vielen und verschiedenen Erdgegenden, namentlich unter den verschiedensten Breiten, fortwährend angestellt werden; so gewiß es einzelne Aufgaben gibt, die fast ausschließlich nur in höheren Breiten gelöst werden können, so wäre es für die Haupt- und Central-Sternwarte Rußlands, die für alle astronomische Aufgaben mit den erforderlichen instrumentalen Hülfsmitteln und Arbeitskräften aufs reichlichste versehen ist, doch wünschenswerth gewesen, daß sie auch durch ihre Lage die Möglichkeit gewährt hätte, sich allen Hauptaufgaben zu widmen. Pulkowa kann keinen der Planeten durch alle Oppositionen, und wohl nur selten einen Kometen den größten Theil seines der Erde sichtbaren Laufes hindurch mit Erfolg beobachten. Die Culminationen der Sonne im tiefen Winter, so wie fast ein Drittel der Mond-Culminationen geben, ganz abgesehen vom Klima, für Pulkowa verloren; der fast gänzliche Ausfall der Sommernächte (schon in Dorpat kann man in der zweiten Junihälfte ohne Schwierigkeit um Mitternacht beim Dämmerscheine lesen) ist gleichfalls nachtheilig für Beobachtungen, welche eine möglichst ununterbrochene Fort-

* S. Achromatisch, S. 37.

** „Mire méridienne," Meridianzeichen. Man stellt für die im Meridian angebrachten Instrumente in angemessenen Entfernungen, süd- und nordwärts, „Zeichen," z. B. Säulen, auf, nach denen man visiren, und mit deren Hülfe man also die Richtung des Fernrohres wieder herstellen kann, wenn es sich davon entfernt haben sollte.

ſetzung erfordern. So wird Pulkowa, auch bei dem größten Eifer ſeiner Aſtronomen, dennoch genöthigt ſeyn, viele Hauptaufgaben der Aſtronomie andern, weit minder gut ausgerüſteten Warten zu überlaſſen; und wenn irgend einmal an einem zwiſchen 30° und 45°, höchſtens 50° der Breite eine Warte mit gleicher Munificenz errichtet werden ſollte, ſo wird Pulkowa aufhören, die erſte zu ſeyn. Was hätte nicht z. B. ein Wisniewsky, der in Neu-Tſcherkask mit einem 3½füßigen Fernrohr, zum Erſtaunen von ganz Europa, den Kometen von 1811 in 90 Mill. Meilen Entfernung wiederfand, unter dieſem herrlichen Klima mit Pulkowa's Inſtrumente geleiſtet! Indeß wollen wir billig anerkennen, daß andere wichtige Gründe vorlagen, die Sternwarte der Akademie in der Nähe der Akademie ſelbſt, nicht Tauſende von Werſten entfernt zu legen. Wo ſo Vieles geſchehen, ſo große Opfer gebracht ſind, da geziemt ſich dankbare Anerkennung und Bewunderung. Was auch in der Zukunft an anderen Orten Großes gegründet werden möge, der Ruhm wird Pulkowa bleiben, das erſte thatſächliche Beiſpiel einer Sternwarte, welche allen, auch den ſtrengſten Anforderungen der neueren Aſtronomie vollkommen entſpricht, dargeboten zu haben. Stets wird ſie die Muſterſternwarte bleiben, denn noch nie iſt Alles nach Einem feſten Prinzip ſo durchgeführt worden, als hier. Nichts iſt überflüſſiges Nebenwerk, nichts dient der bloßen Zierde, ſondern alles einem gemeinſamen großen Zweck in höchſter Vollendung. Noch haben die Arbeiten der Aſtronomen, wie der Bericht des Miniſters der Volksaufklärung es ausdrückt, die Mauern der Sternwarte nicht überſchritten. Wichtige Vorarbeiten nahmen die Zeit bisher noch größtentheils in Anſpruch, und nur wenige Proben ſind theils in den „Aſtronomiſchen Nachrichten," theils in den Memoiren der Petersburger Akademie mitgetheilt. Eine der erſten Veröffentlichungen wird demnächſt eine detaillirte Beſchreibung und Zeichnung aller Inſtrumente ſeyn, an welcher jetzt ein geſchickter Künſtler arbeitet, und nach welcher ein Sachverſtändiger ſie vollſtändig nachbilden kann. Nur Deutſche Künſtler ſind es ausſchließlich, von denen die hieſigen Inſtrumente herrühren; nur Deutſche Aſtronomen, dem Geburtslande oder der Abſtammung nach, arbeiten in Pulkowa;* aber Rußlands Monarch iſt es, der dies alles ins Leben gerufen hat und fortwährend auf das freigebigſte erhält. Wir ſchließen mit den Worten des Miniſters v. Uwarow, der während der Anweſenheit des Referenten die Sternwarte beſuchte, und an die Verſammelten, worunter mehrere Ausländer, die Frage richtete: „Nicht wahr, meine Herren, für ein Barbarenland iſt das gar nicht übel?" —

Auf dieſe Schilderung des neuen „Obſervatoriums" zu Pulkowa aber kann ich mich, bevorwortetermaßen, hier um ſo mehr beſchränken, als daſſelbe, wie geſagt, dasjenige iſt, welches den meiſten Luxus der Einrichtung entwickelt. Ich verwahre mich jedoch, das darüber Geſagte unter einem andern Geſichtspuncte, als dem einer bloßen Skizze betrachtet wiſſen zu wollen; eine in das Einzelne eingehende, wirklich techniſche Beſchreibung dieſer großartigen Anlage haben wir, wie ich erfahre, vielmehr erſt in einiger Zeit von dem jetzigen würdigen Director derſelben, Geheimen Rath Struve Excellenz, zu erwarten, und darauf verweiſe ich denn Leſer, welche ein Recht beſitzen, mehr, als mein Werk in ſeinen Grenzen hat geben können, zu verlangen, und beſchließe mit dieſer Andeutung den gegenwärtigen Artikel über „Sternwarten."

Sternzeit, Zeit der erſten Bewegung;** Tempus primi mobilis; *Temps sidéral* (ou mesuré par la révolution des étoiles). Die durch den (ſcheinbaren) täglichen Umlauf der Fixſterne, oder

* Struve, Vater und Sohn, Fuß, Sabler, Peters. Noch fungiren hier Inſpector Roſenkranz und Mechanikus Pohrt; die geſammte Einwohnerſchaft der Sternwarte, mit Einſchluß des dienenden Perſonals und eines Militairkommando's von 8 Mann, beläuft ſich auf 70 Perſonen.

** Ich bevorworte, auf den feinen Unterſchied zwiſchen „Sternzeit" und „Zeit der erſten Bewegung" gleich unten zu kommen.

durch die (wirkliche) tägliche Axendrehung der Erdkugel abgemessene Zeitdauer mit ihren Eintheilungen.

Wenn man vermittelst eines Uhrwerks von vollkommen gleichförmiger Bewegung* die Zeit zwischen zwei successiven Culminationen eines Fixsterns mißt, so findet man dieselbe stets eben so groß, als die Zeit zwischen jedem andern Paare von Culminationen desselben oder auch jeden andern Fixsterns. Diese Zeit ist nämlich (mit Rücksicht auf die Unendlichkeit der Entfernung der Fixsterne)** zugleich der Zeitraum der Axendrehung des Erdkörpers, von welcher die Theorie lehrt, daß sie mit vollkommener Gleichförmigkeit erfolgen, und daß ihre Dauer daher, der Natur des Vorganges gemäß, durchaus unveränderlich seyn muß.* Die Beobachtung, man mag sie, um den in der Note angedeuteten Zweifel zu beseitigen, so oft und unter welchen veränderten Bedingungen man immer will, anstellen, bestätiget diesen Umstand; und man kann die Unveränderlichkeit des Sterntages (die gänzliche Gleichförmigkeit der Axendrehung der Erde) also auf den bloßen Grund der Induction, auch ohne analytischen Beweis ganz in dem nämlichen Maße für sicher gestellt ansehen, als die meisten unserer andern sogenannten Wahrheiten, an denen zu zweifeln, keinem vernünftigen Menschen einfällt, obschon man in große Verlegenheit kommen könnte, wenn man einen directen und unumstößlichen, streng wissenschaftlichen Beweis dafür geben sollte.** — Diesen also stets unveränderlichen Sterntag hienächst theilt man in 24 Sternstunden, jede solche Sternstunde in 60 Minuten Sternzeit u. s. w.

Da ferner die Axendrehung der Erde, angegebenermaßen, auch mit vollkommener Gleichförmigkeit geschieht (d. h. da sich nicht bloß die ganzen Tage, sondern auch die allaugenblicklichen Geschwindigkeiten einander gleich finden),

* Man könnte mir die Unmöglichkeit absoluter Erfüllung dieser Forderung einwenden; die Wiederholung des Versuches mit den verschiedensten Instrumenten und unter den verschiedensten Umständen leistet (vergl. die Folge) ganz das Nämliche.

** Die „Unendlichkeit der Entfernung der Fixsterne" bedingt nämlich den vollkommenen Parallelismus der aus den verschiedensten Puncten der Erdbahn nach einem solchen Sterne gedachten Visionsradien, ohne welchen Parallelismus, wie man mit einigem Nachdenken einsieht, der Sterntag unmöglich der Axendrehung der während der Rotation zugleich progressiv in der Bahn fortrückenden Erde gleich seyn könnte. In jenem Parallelismus aber bringt, wie man sich ebenfalls bald vorstellig macht, sodann nur die Abirrung des Lichtes (vergl. d. Art.) eine Abweichung hervor, welche indeß viel zu unbedeutend ist, um auf die hier in Rede stehende „Unveränderlichkeit des Sterntages" irgend einen bemerkbaren Einfluß auszuüben. — Wollte man jedoch gegen diese Unveränderlichkeit des Sterntages auch noch die Drehung der Rotationsaxe um die Axe der Ekliptik (s. Vorrücken der Nachtgleichen) einwenden, so ermesse man, daß eine eintretende Veränderung in der Richtung der Rotationsaxe keine Veränderung in der Bewegung der um sie rotirenden Erdkugel zur Folge zu haben braucht.

Diese ganze Anmerkung ist übrigens nur auf gelehrtere Leser berechnet.

* Pontécoulant „Théorie analytique du système du monde" (Paris. 1829) II. 224. „La vitesse de *rotation* de la terre (comme de toute autre planète) n'est sujette à aucune inégalité que la suite des siècles puisse rendre sensible, en sorte *que son mouvement diurne (la durée de son jour sidéral) sera toujours uniforme comme il l'est aujour-d'hui.*" — Der Artikel (Stern) Tag und Unveränderlichkeit seiner Dauer führt mich übrigens noch ausführlicher auf diese schon im Vortrage über „gerade Aufsteigung," S. 85, angebahnte Untersuchung zurück.

** Ich drücke mich so, und zwar nicht ohne Absicht, mit des verewigten Littrow Worten aus; denn auch Er hat der bloßen Wahrscheinlichkeit des Inductionsschlusses in der Astronomie häufig den Vorrang vor der ganzen Strenge des Syllogismus eingeräumt.

und da sich in 24 Sternstunden alle 360° des Aequators mit dieser vollkommenen Gleichförmigkeit durch den Meridian (oder überhaupt durch jeden Stundenkreis) schieben: so folgt, daß in 1 Stunde $\left(\frac{360}{24} =\right)$ 15 Grad, in 1 Zeitminute 15 Bogenminuten, in 1 Secunde 15″ durchgehen, und daß also, umgekehrt, auf 1 Grad stets 4 Zeitminuten, auf 1 Bogenminute 4 Zeitsecunden kommen, worauf sich die Verwandlung der Bögen des Aequators (vergl. d. A. S. 38) in Sternzeit, und der letzteren hingegen in jene ergibt.*

Uhren, welche Sternzeit zeigen, geben also zwischen je zwei successiven Culminationen eines nämlichen Fixsterns stets 24 gleich lange Sternstunden = 1440 Sternminuten = 86400 Sternsecunden an.

Im bürgerlichen Leben, wo man sich nach der Sonne richtet, ist die (vergl. wieder Aequator l. c.) nur für die Astronomie in Anwendung kommende Sternzeit und also jene auf ihr begründete Uhr-Einrichtung* nicht brauchbar. Wie aber die „Sonnenzeit" von der Sternzeit unterschieden sey, habe ich im betreffenden Artikel auseinander gesetzt, in welchem gezeigt wird, daß die wahre Sonnenzeit von Tage zu Tage veränderlich, in mittlerer Sonnenzeit aber

ein solcher mittlerer Sonnentag = 24 Stunden 3′ 56″,56 Sternzeit,

und ein Sterntag = 23 Stunden 56′ 4″,1 mittlere Sonnenzeit

ist.

Wenn man das Vorrücken der Nachtgleichen in Betracht zieht, so läßt sich, wie ich schon oben mit Verweisung hierher bevorwortet habe, noch ein feiner Unterschied zwischen „Sternzeit" und „Zeit der ersten Bewegung" machen; die letztere ist dann diejenige, welche, statt nach den Fixsternen, nach den Culminationen der Nachtgleichen (des Frühlingspunctes, als Anfangszählpunctes der geraden Aufsteigungen und Längen) abgemessen wird. Diese Nachtgleichen rücken aber (vergl. nochmals Vorrücken der Nachtgleichen) jährlich um 50″ = (50 . 60 =) 3000-, und also täglich um $\frac{3000}{365}$ Tertien nach

* 15° : 60 Zeitminuten = 1° (60 Bogenminuten) : 4 Zeitminuten. Man hat demnach die Bogentheile des Aequators durch 15 zu dividiren, um sie in die entsprechenden (gleichnamigen) Theile Sternzeit zu verwandeln: 60 Bogenminuten des Aequators, dividirt durch 15, machen die darauf kommenden 4 Zeitminuten; und umgekehrt geben die Theile der Sternzeit, also mit 15 multiplicirt, den Aequatorsbogen, welcher sich während dieser Zeit durch den Meridian schiebt: in 4 Minuten Sternzeit gehen die obigen (4 . 15 =) 60 Bogenminuten des Aequators hindurch. Oder, mit andern Worten: die Stunden, mit 15 multiplicirt, geben Grade; die Zeitminuten gleich mit 4 dividirt geben auch Grade, und der Rest der Division mit 15 multiplicirt nunmehr Bogenminuten; die Zahl der Zeitsecunden mit 4 dividirt bringt Bogenminuten, und der Rest mit 15 multiplicirt endlich Bogensecunden.

* Indeß finden manche Leser hier wohl gern die Bemerkung, daß man, um eine nach mittlerer Sonnenzeit gehende (also eine jede gewöhnliche) Pendeluhr auf Sternzeit einzurichten, nur ihre Pendellinse um 2,31 französische Linien höher zu schrauben braucht. Wäre die Uhr eine Secunden-Uhr, d. h. also eine solche, welche in 24 mittleren Sonnenstunden 86400 Schwünge macht (86400 Secunden mittlerer Sonnenzeit hören läßt, schlägt „tik-takt"), so wird sie mit dem diesergestalt verkürzten Pendel die nämliche Anzahl (nur beschleunigter) Schwünge nun schon in 23 St. 56′ 4″ ausführen, und diese Schwünge werden demnach nun auch „Sternsecunden" zeichnen: ihr Stundenzeiger wird schon in 23 St. 56′ 4″ zwei Umläufe (von 12 zu 12) ausführen, wozu er sonst 24 volle Stunden gebraucht hätte.

Westen, statt daß der Fixstern seinen Platz behauptet, und also etwas mehr Zeit als sie gebraucht, um zum Meridian zurückzukehren, demgemäß ein Tag (die Zeit) der ersten Bewegung etwas kürzer als ein Sterntag (als „Sternzeit") ausfällt. Da aber der ganze jährliche Betrag dieser Verrückung der Nachtgleichen, wie gesagt, nur 3000 (Bogen-) Tertien beträgt, welche, um sich durch den Meridian zu schieben, nicht mehr als $\left(\frac{3000}{15}=\right)$ 200 Zeittertien (3″,3)* gebrauchen, so kommen auf den Tag $\frac{200}{365}$ = etwann $^5/_9$ einer Tertie, um die der „Tag der ersten Bewegung" kürzer als der „Sterntag" ausfällt, welcher Unterschied zu klein ist, um von uns wahrgenommen zu werden.**

Dieß ist die wichtige Lehre von der „Sternzeit." Ich hoffe, in meinem Vortrage dieser Lehre nichts Wesentliches übergangen zu haben, und muß daher Leser, welche gleichwohl mehr Detail verlangen sollten, schließlich auf Lalande „Astronomie." §. 950 flgd. verweisen, wo sich der Gegenstand mit großer Ausführlichkeit und gewohnter schöner Klarheit behandelt findet.

* Dieser Unterschied von 3″,3, welchen das „Vorrücken der Nachtgleichen" jährlich zwischen der Sternzeit und Zeit der ersten Bewegung hervorbringt, ist nicht mit den 20′ 20″ zu verwechseln, um welche das „tropische" Jahr (vergl. d. Art. S. 800), der nämlichen Ursache wegen, kürzer als das siderische ausfällt

** Dabei ist außerdem noch zu bemerken, daß sich der „Tag der ersten Bewegung," außer in der Dauer, auch in der Gleichförmigkeit vom „Sterntage" unterscheidet, indem OV selbst nicht einmal gleichförmig zurücktritt, daher man also (s. Nachtgleiche) den mittleren und wahren Frühlingspunct nicht mit einander verwechseln darf. — Dieß sind zwar nur theoretische Subtilitäten, welche in der Praxis ganz unbeachtet bleiben, welche ich aber für gewissenhafte und mit dem Gegenstande schon vertrautere Leser doch nicht unerwähnt lassen konnte.

Steuermannskunst, s. Schiffahrtskunde.

Stillstände der Planeten; Stationes planetarum; *Stations des planètes.* Wenn ein Planet aus dem rechtläufigen Gange in den rückläufigen (vgl. beide Art.), oder, umgekehrt, aus diesem in jenen übergeht, so gibt es allemal eine Zwischenzeit, binnen welcher er (im Thierkreise) nicht merklich fortzurücken, d. h. seine geocentrische „Länge" (die Breite kann sich dabei allwohl ändern) nicht zu ändern scheint; man nennt ihn alsdann stillstehend, stationnär, unter welcher letzteren Benennung in einem eigenen Art. weiter hierüber gehandelt wird.

Störungen, s. Perturbationen.

Strahl, Lichtstrahl, s. Licht, S. 42.

Strahlenbrechung, s. Brechung.

Strahlenbrechungen, astronomische; Refractiones astronomicae; *Réfractions astronomiques.* Die von den Gestirnen zu uns gelangenden Lichtstrahlen gehen aus dem leeren, oder wenigstens mit einem feineren Stoffe (dem „Aether," s. d. Art.), als unsere Luft erfüllten Himmelsraume, in die irdische Atmosphäre, also in ein dichteres Mittel über, und müssen daher (vergl. Brechung) gebrochen werden, und nach andern Richtungen, als sonst* geschehen wäre, in das Auge kommen. Wenn Tafel XXI, Fig. 2, ABD die Oberfläche der Erdkugel selbst, EKO aber die Oberfläche der sie concentrisch umhüllenden Atmosphäre vorstellt, so wird der Lichtstrahl MK, welcher schief in die letztere eindringt, dem Einfallslothe RC zugelenkt, und kommt nun vielmehr nach der Richtung KA in das, auf der Oberfläche** der Erde angenommene Auge

* D. h., als geschehen würde, wenn es überhaupt keine Atmosphären (denn die Strahlenbrechung kann nicht auf die irdische Atmosphäre eingeschränkt werden, sondern muß für alle, mit Atmosphären umhüllte Weltkörper in Betracht kommen) gäbe.

** Ein dagegen im Mittelpuncte der Erde, und also (vergl. Erde, S 349)

A. Der Beobachter in A ſieht demgemäß das Geſtirn nach der verlängerten Richtung AK in N, wiewohl der wahre Ort deſſelben (abſtrahirt von andern Einflüſſen, z. B. der Parallaxe u. ſ. w.) nach M hinausliegt. Dieſe Ablenkungen der Lichtſtrahlen von ihrem ſonſt in derſelben geradlinigen Richtung fortgehenden Wege, und insbeſondere die Größen der Winkel MKN, FOT, um welche die Geſtirne F, M, der Brechung halber, höher erſcheinen, führen nun den Namen der „aſtronomiſchen Strahlenbrechungen.“

Daß das Licht beim Uebergange aus luftleeren Räumen in Luft wirklich gebrochen werde, iſt zuvörderſt ſchon durch Verſuche älterer Phyſiker mit luftleeren Gefäſſen vielfach augenſcheinlich dargethan worden: und meine Leſer finden das Detail dieſer Verſuche z. B. in der noch immer ſchätzbaren „Einleitung zur mathematiſchen und phyſiſchen Kenntniß der Erdkugel. Aus dem Holländiſchen des Johann Lulof durch (unſern bekannten Mathematiker) Käſtner.“ Göttingen. 1755. gr. 4. (neuere dergleichen Verſuche ſind mir nicht bekannt). Das Factum im Allgemeinen wird dort, abgeſehen von aller aſtronomiſchen Beobachtung, nachgewieſen, wiewohl ſich dabei eine genauere Beſtimmung der Art des Vorganges und das Brechungsverhältniß nicht erhalten läßt.

Da nämlich ferner die irdiſche Atmoſphäre ſelbſt von K bis A nicht Einerlei Dichte behält, ſondern weiter herabwärts natürlich immer dichter wird, ſo müſſen zwiſchen K und A mehrfache Brechungen mit wachſenden Zulenkungen nach dem Einfallslothe hin erfolgen; und da dieſe Dichte der Luft von oben nach unten hin nicht ſprungweiſe, ſondern nach dem Geſetze der Stätigkeit allmälig zunimmt, ſo geſchehen ſolcher Brechungen auch unendlich viele, d. h. der Strahl wird von K bis A an jeder Stelle ſeines Weges näher gegen KC gelenkt; — und alſo bildet der Weg des Strahles KA eine krumme, gegen KC hohle Linie.*

Die Brechungsebene MKC wird jedoch bei dieſen linearen Richtungs-Aenderungen des Strahlenweges nicht verlaſſen, indem man ſich die Atmoſphäre von ihrer oberen Grenze an in concentriſche Kugelſchichten von zunehmender Dichte eintheilen muß, dergeſtalt, daß alle Einfallslothe durch den Mittelpunct C gehen, und alſo jedes ſucceſſive Element der Strahlen-Curve, und ſomit die ganze Curve in der nämlichen Ebene (MKC) bleibt.** Dieſe Ebene iſt aber eine Scheitelfläche des Beobachtungsortes A; die Strahlenbrechung (der Winkel MKN) findet ſich alſo ſtets in einem Scheitelkreiſe des Beobachters, und ihre Wirkung beſteht darin, das Geſtirn in jedem Scheitelkreiſe (alſo auch im Meridian) etwas höher über dem Horizonte (dem Zenith etwas näher, d. h. in einem geringeren Zenithabſtande) erſcheinen zu laſſen, als ſonſt geſchehen wäre (vergl. wegen der

im Mittelpuncte der eingebildeten Himmelshohlkugel gedachter Beobachter hat rings um ſich her alle Geſtirne im Zenith (ſein Zenith fällt mit dieſem Puncte zuſammen); der Lichtſtrahl von Geſtirnen im Zenith geht aber, wie wir nun oben gleich näher ſehen werden, ungebrochen durch; für das in den Mittelpunct der Erde verſetzte Auge gibt es (keine Parallaxe, vergl. d. Art., und) keine Refraction. — Wir haben von dieſem Satze öfter, z. B. nur erſt B. II. S. 21, Gebrauch gemacht.

* Die Brechung (vergl. d. A. S. 131) erfolgt nicht mit Einemmale im Einfallspuncte (an der Grenzſcheide beider Mittel, hier des Aethers und der Luft), ſondern nach und nach durch eine ſtetige Krümmung des Lichtſtrahles, welche (vgl. Newt. Princ. I. prop. 94 ff., beſonders S. 540 unſerer Ausgabe) ſchon bei der Annäherung zum dichteren Mittel anheben mag, und beim Fortgange in demſelben fortdauert und zunimmt. Man kann die Strahlenbrechung als eine wahre Wirkung der Attraction betrachten, welche von den Elementen der Atmoſphäre auf die Elemente des Lichtes ausgeübt wird.

** Im eben citirten Art. Brechung, S. 126, wird dieſer Satz als Erfahrungsſatz hingeſtellt.

besondern Anwendung hiervon namentlich auf Sonne und Mond hinten).

Steht das Gestirn aber im Zenith Z selbst (zu welchem Umstande ich nun kommen wollte), so geht der Strahl ZE, welcher solchergestalt auf alle concentrische Schichten des Luftkreises senkrecht fällt, dem allgemeinen Gesetze der Brechung, vergl. d. A., gemäß, durch sie alle ungebrochen hindurch. Dagegen werden die Strahlen wie MK, FO, um so stärker gebrochen, je schiefer sie auffallen, d. h. je näher das Gestirn dem Horizonte erscheint. Mithin gibt es (vgl die vorstehende Anmerkung) im Zenith (und dem dafür zu setzenden Mittelpuncte der Erde eben sowohl keine Parallaxe, als auch) keine Strahlenbrechung; von da an nach dem Horizonte nehmen die Refractionen aber immer mehr zu, und im Horizonte selbst ist die „Strahlenbrechung," welche dann den Namen der Horizontalrefraction* erhält, die stärkste. Dabei bleibt es, der Natur der Sache gemäß, offenbar ganz gleichgültig, ob das Gestirn, z. B. in der Linie MK, näher oder entfernter steht; und die Refraction ist demnach für die unendlich weiten Fixsterne dieselbe, wie für die näheren Gestirne: die Planeten, die Sonne, den Mond u. s. w.

Daß — um den Gegenstand nach diesen Erklärungen historisch zu verfolgen — schon Ptolemäus diese „astronomischen Strahlenbrechungen" gekannt habe, schließt Montücla** („Histoire des mathématiques." 2. Aufl. Paris. 1799. 4. B. 4.) aus einer Stelle des Englischen Naturforschers Roger Bacon (Franciscaner-Mönch und als solcher gestorben zu Oxford 1292), dessen bezügliche Schrift „Perspectiva" im Jahre 1614 an das Licht getreten ist. Allein es scheint dabei ein Irrthum zu Grunde zu liegen, indem wenigstens des Ptolemäus „Almagest" Nichts über „Strahlenbrechung" enthält, daher angenommen werden muß, daß den Alten (wie ich auch schon mehrmals, namentlich im Art. Schatten, S. 381, vermuthet habe) von dieser astronomischen*** Strahlenbrechung Nichts wissend gewesen sey.

Dagegen spricht der uns aus dem Art. Atmosphäre, S. 75, erinnerliche Ara-

* Beobachtung und Rechnung geben die mittlere (d. h. — vgl. hinten — die bei einer Barometerhöhe von 28 Zoll und + 10 Grad des Reaumür'schen Thermometers Statt findende) „Horizontal-Refraction," nach deren Größe man gleich fragen könnte, = 32′ 24″; — und dieß will (wie ich, um einer Zweideutigkeit zu begegnen, noch hinzufüge) also soviel sagen: Wenn sich ein Gestirn, z. B. zunächst ein Fixstern, welchen wir als einen bloßen Punct betrachten können, seinem wirklichen Stande gemäß, erst eben im Horizonte zeigen sollte, so erscheint dieser Fixstern, gehoben durch die Refraction, in seinem Vertical vielmehr schon 32′ 24″ über dem Horizonte; seine scheinbare Höhe in diesem Vertical, statt, wie sie sollte, nur noch = 0 zu seyn, beträgt schon 32′ 24″. — Für die Sonne und den Mond, welche bei dem 30′ und demnach (nahe) eben so viel als die Horizontalrefraction betragenden Durchmesser ihrer Scheiben nicht, wie die Fixsterne, selbst Punct-gleich betrachtet werden können, gilt das Gesagte von ihrem obersten Randpuncte; wenn nur erst dieser Punct wirklich im Horizonte seyn sollte, erscheint (vergl. hinten) schon die ganze Scheibe über dem Horizonte: die Wirkung der „Horizontalrefraction" auf Sonne und Mond besteht darin, beide Gestirne schon ganz über dem Horizonte erscheinen zu lassen, wenn sich wirklich nur eben erst ihr oberster Randpunct in demselben befindet.

** Joseph de, Mitglied des Pariser National-Instituts, gest. zu Versailles 1799.

*** Wohlverstanden von der „astronomischen"; die Brechung im Allgemeinen war (vergl. d. Art. S. 125) schon dem Aristoteles sehr wohl bekannt. Auch meint Lalande „Astronomie." §. 2163, im Widerspruche mit der oben aufgestellten Behauptung, „daß, wenn Ptolemäus auch in den Rechnungen seines Almagest keine Anwendung von der Refraction gemacht habe, doch in seinen (verloren gegangenen) optischen Schriften wohl Etwas darüber vorgekommen seyn möge."

bische Schriftsteller des 12ten Jahrhunderts, Albazen, in seiner dort erwähnten, auf uns gekommenen Schrift: „De crepusculis," schon sehr bestimmt von den astronomischen Strahlenbrechungen, und leitet sie davon her, daß die Materie der Himmel (der „Aether," wie ich mich oben ausdrücke) subtiler sey, als unsere Luft. Auch schlägt er Mittel vor, die Größe der Refraction zu finden, gelangt aber nicht zur Bestimmung dieser Größe selbst.

Erst im 15ten und 16ten Jahrhundert untersuchten Bernhard Walther (reicher Nürnberger Patricier und eifriger Liebhaber der Astronomie, in seinen später Lugd. Batav. 1618 erschienenen „Observ. Norimb."), vorzüglich aber Tycho de Brahe („Progymnasm." Nähere historische und literarische Notizen über ihn im Art. Weltsystem) diesen Gegenstand genauer und mit besseren Instrumenten; und man gelangte nun zu einer Einsicht von der ganzen astronomischen Wichtigkeit der Refraction. Tycho, dieser große Beobachter, irrte aber bei seinen Untersuchungen darin, daß Er die Refraction für die verschieden entfernten Gestirne auch verschieden annahm, und dieselbe für größere Höhen nicht mehr zuließ, wogegen schon Kepler (Paralipom. ad Vitell.) mit gewohntem Scharfsinne bemerkte, daß auf die verschiedenen Entfernungen Nichts ankommen könne. — Das Bestimmtere in dieser Materie verdanken wir aber zuerst dem älteren Cassini (diesem uns so viel bekannt gewordenen Astronomen Ludwig XIV.), welcher um 1660 aus seinen Beobachtungen eine Tafel der Refractionen ableitete, und die Wirkung der letzteren bis auf gewisse Abstände vom Zenith nachwies. Hierbei wollen wir auch zunächst stehen bleiben.

Mit einem solchen Bezug auf die bloße Beobachtung nämlich lehrt die Astronomie verschiedene Methoden, die Größe der Refraction zu finden.

Für die Sonne z. B. kennt man die Abweichung für jeden Augenblick, und kann also daraus und aus der zugleich bekannten Aequatorshöhe des Beobachtungsortes die Mittagshöhe jenes Gestirns berechnen, wonächst der Unterschied gegen die Beobachtung sogleich die Refraction für die bezügliche Höhe gewährt.

Für einen Fixstern aber verfährt man, zum andern Beispiele, folgendermaßen:

In Paris culminirte* bei einer früheren Beobachtung α Persei (Algeib, vergl. Sternbilder) nur . . 6 Minuten nordwärts vom Scheitelpuncte, für welchen geringen Zenithabstand des Sterns die Refraction = 0 gesetzt werden kann. Die Aequatorshöhe von Paris = dem dortigen Zenithabstande des Nordpols ist . 41° 10 „

woraus der Polabstand des Sterns . . . 41° 4′

kommt, mit welchem dieser Stern, 12 Stunden nach der Culmination, unterhalb des Pols, hätte durch den Meridian gehen müssen, und wobei sich sein dann Statt findender Zenithabstand ohne Refraction also 6′ + 2 . (41° 4′) = 82° 14 Minuten, und seine Höhe (90° — 82° 14′ =) . . . 7° 46 „ ergeben haben würde. Beobachtet wurde letztere aber vielmehr = . 7° 52 „

und der Unterschied der „ 6 Minut.** ist demnach die Refraction für die scheinbare Höhe von 7° 52′; wenn ein Fix-

* Ich sage: „der Fixstern culminirte (damals) 6′ vom Zenith," indem sich mit dem Vorrücken der Nachtgleichen (vergl. d. Art.) die Abweichung der Fixsterne, und also auch ihr Zenithabstand ein wenig ändert, daher der letztere jetzt vom damaligen einigermaßen verschieden seyn muß. — Mit andern Worten: da der Stern seine Abweichung, der Beobachter aber nicht zugleich seine geographische Breite ändert, so ändert sich also der Zenithabstand des ersteren vom letzteren.

** Ich habe die Secunden unterdrückt, bemerke aber des Folgenden wegen, daß diese Beobachtung die Refraction für die scheinbare Höhe von 7° 52′ genauer = 6′ 25″ ergab.

ſtern* im Meridian (oder — vergl. vorn — überhaupt in einem Vertical) 7° 52′ hoch erſcheint, ſo beträgt ſeine wirkliche Höhe nur 7° 46′; der Unterſchied der 6′ iſt die Wirkung der Refraction für dieſe Höhe.

Allein in Höhen über 45°, um nunmehr wieder weiter zu gehen, werden die „Strahlenbrechungen“ zu klein, als daß man ſich auf die bloße Empirie der Beobachtung verlaſſen könnte, daher man nach einem theoretiſchen, und ganz hin bis zum Zenith gültigen Refractionsgeſetze ſuchen mußte.

Ich übergehe die mannichfachen früheren dießfallſigen Bemühungen, deren Gegenſtand ſich immer mehr complicirte, indem man wahrnahm, daß auch der Barometer-** und Thermometerſtand nicht ohne Einfluß auf die aſtronomiſche Strahlenbrechungen ſey; gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts aber unterwarf der Engliſche Mathematiker Simpſon (Robert, als Profeſſor der Mathematik zu Glasgow 1768 verſtorben) dieſen Gegenſtand einer neuen Prüfung, und wies aus Betrachtung der, dem gebrochenen Lichtſtrahle im irdiſchen Luftkreiſe beizulegenden, vorn angedeuteten Curve, den Refractionen das Geſetz an: „daß ſich dieſelben in den verſchiedenen ſcheinbaren Abſtänden vom Zenith wie die Tangenten dieſer um 1/4 der Brechung verminderten Abſtände verhalten;“ — eine Regel, welche bald nachher vom berühmten Entdecker der Abirrung (ſ. d. A.), Bradley, durch unzählige Beobachtungen, bloß mit der Einſchränkung, daß Er ſtatt der obigen 1/4 eine 3 ſetzte, beſtätiget worden iſt.* Nach dieſer Regel hat Lalande („Astronomie.“ I. S. 237 der Tafeln) eine Brechungstafel berechnet, welche ſich mit einiger Formveränderung (indem nämlich ſtatt der ſcheinbaren Zenithabſtände, deren Complemente, die ſcheinbaren Höhen im nämlichen Vertical, und alſo, ſtatt der Tangenten, vielmehr die Cotangenten** angewendet werden), unter der Bezeichnung:

* Ich ſage „Fixſtern,“ nicht „Geſtirn,“ weil bei den übrigen Geſtirnen für die wirkliche Höhe zugleich die Parallaxe (vergl. den Art. S. 256) in Betracht kommt.

** Die genaue Erörterung dieſer Einflüſſe gehört in die allgemeine Naturlehre. Ich führe in dieſem Bezuge hier nur noch an, daß ſchon damals der (uns aus Abplattung, S. 23, bekannte) Franzöſiſche Aſtronom Bouguer auf der Höhe des Chimboraço, alſo bei ſo viel niedrigerem Barometerſtande, die Horizontalrefraction, welche an der Meeresfläche zu 32′ angeſchlagen werden kann, nur noch etwann = 20′ fand. — Den Einfluß der Temperatur (des Thermometerſtandes) auf den Luftkreis und alſo auf die darin vorgehenden „Strahlenbrechungen“ gibt man aber von ſelbſt zu, indem wir dieſelben von der Dichte des Mittels abhängig wiſſen, dieſe Dichte aber durch die Kälte vermehrt, durch die Wärme verringert wird. — Daher fällt auch namentlich die Horizontalrefraction, wie wir unten näher ſehen werden, in den kalten Zonen ſo ſtark aus.

* Sie ſcheint eine petitio principii zu enthalten, indem ſie die Brechung vorausſetzt, welche ſie doch erſt gewähren ſoll. Allein ſie nimmt auch vorzüglich auf Zenithabſtände (Z) von geringerer Größe Rückſicht, für welche die Brechung (r) ebenfalls verhältnißmäßig geringer iſt. Denn wenn ſich, nach ihr, r verhält wie tang (Z − 3r), ſo kann man, ſobald r ſehr klein wird, im letzteren Ausdrucke dieſen Werth 3r unterdrücken, demgemäß die Refractionen dann einfach wie die Tangenten der Abſtände vom Zenith abnehmen. — Für größere Abſtände vom Zenith (kleinere Höhen im Vertical) haben wir aber die Refraction zunächſt mittelſt unmittelbarer Beobachtung finden gelernt, wodurch ſich alſo das obige r Behufs weiterer Anwendung der Formel ergibt.

** Nach Simpſon's obiger Regel vermindern ſich (ſ. d. Anmerk.) die Refractionen wie die Tangenten der Abſtände Z vom Zenith, wofür ich alſo die Cotangenten der Höhen h ſetze, weil nämlich h = 90° − Z, cot (90° − Z) aber = tang Z. Wir hätten bei dieſem Bezuge auf die Höhen ſtatt auf die Zenithdiſtanzen, auch das umge-

„Tafel für die mittlere* aſtronomiſche Strahlenbrechung, wenn die Höhe des Barometers 28 Zoll iſt, und das Reaumür'ſche Thermometer auf 10 Grad über dem Gefrierpuncte ſteht,“** —

auch in der „Sammlung aſtronomiſcher Tafeln.“ Berlin. 1776. 3 B. gr. 8. III 228 flgd. findet, und lange im Gebrauche geweſen iſt. Noch analytiſch erſchöpfender aber iſt die Theorie der Refraction nachher namentlich von Laplace*** in ſeiner uns vielfach bekannt gewordenen „Mécanique céleste.“ Bd. IV. S. 231 flgd. behandelt worden, und auf dieſe Analyſis beziehen ſich denn die „Refractions-Tafeln“ vom Profeſſor Carlini, dem zeitigen Director des Obſervatoriums zu Mailand, welche meine Leſer auch in Littrow's (des verewigten Wiener Aſtronomen) „Vorleſungen über Aſtronomie.“ Wien. 1830. gr. 8. II. S. 332 flgd. antreffen, und nächſt welchen ich als neueſte dießfallſige Arbeit nur noch die „Refractionstafeln“ des nun auch verewigten großen Königsberger Aſtronomen Beſſel anzuführen habe. — Ich gehe indeß auf die vielfachen weiteren Betrachtungen, die dabei zu Grunde liegen, hier um ſo weniger ein, als ich für meine Perſon die Ueberzeugung hege, daß die ganze Unendlichkeit derjenigen atmoſphäriſchen Complicationen, welche die Refraction bedingen, durch die Analyſis doch nicht erſchöpfend ausgedrückt werden kann, und man ſich alſo, ſtatt der verlangten und prätendirten ſtrengſten Genauigkeit, immer nur mit einer Näherung wird begnügen müſſen, deren größere oder geringere Genauigkeit auch nur von jener größeren oder geringeren Complication im beſtimmten Beobachtungsmomente abhangen kann. —

Zum Schluſſe dieſes Artikels habe ich daher, außer dem angeführten allgemeinen Reſultate der „aſtronomiſchen Strahlenbrechung,“ daß ſie nämlich

„die Höhen aller Geſtirne in jedwedem Vertical vergrößert, und daß man ihren Betrag alſo in jedem Vertical, namentlich aber im Mittagkreiſe von der beobachteten (der ſcheinbaren) Höhe erſt abziehen muß, um die wahre Höhe* zu haben,“ —

kehrte Verhältniß der Tangenten für das gerade der Cotangenten anwenden können, da die erſteren in einem ſolchen umgekehrten Verhältniſſe zu den letzteren ſtehen, wachſen wie dieſe abnehmen (indem tang : r = r : cot, und tang' : r = r : cot', woraus tang . cot = tang' . cot' = Const. und tang : tang' = cot' : cot folgt). — Dieſe kleine trigonometriſche Digreſſion iſt manchen Leſern, auf dieſe Veranlaſſung, vielleicht willkommen.

* „Mittlere,“ nämlich, wie ich ſchon vorn bemerke, den zugleich bezeichneten mittleren Barometer- und Thermometerſtand vorausſetzend.

** Wenn die Leſer dieſe, alſo berechnete Tafel vergleichen, ſo werden Sie darin die Refraction für die ſcheinbare Höhe von 7° 52', welche wir oben, mit Verweiſung hierher, aus Beobachtung = 6' 25'' geſetzt haben, = 6' 42'', alſo nur in den Secunden, und nicht zu bedeutend, verſchieden finden, wobei noch von Fehlern der Beobachtung abgeſehen iſt. Ferner ſoll nach dieſer Tafel z. B. die Refraction (59'') für die ſcheinbare Höhe von 45°, zur Refraction (49'',5) für die ſcheinbare Höhe von 50° ſeyn, wie die Cotangenten dieſer Höhen, d. h. man ſoll haben 59 : 495 = cot 45° : cot 50° = 1 : 0,8391, welches meine Leſer beim eigenen Nachrechnen auch ſo befinden, und durch dieß Alles noch mehr Zutrauen zur Tafel erlangen werden.

*** Biographiſche Notizen über ihn im Art. Gravitation, S. 719.

* Um die ganze Wichtigkeit der durch dieſe Correction mit zu bewirkenden möglichſt genauen Beſtimmung der wahren (auf den Mittelpunct der Erde bezogenen, d. h. zugleich „mit“ der Refraction, auch von der (vergl. vorn) Parallaxe befreieten) Höhe eines Geſtirns in jedem, namentlich aber im Vertical des Meridians, zu überſehen, muß man ſich an Dasjenige erinnern, was hierüber im Art. Geocentriſch, S. 603, bemerkt worden iſt. Als die unmittelbaren Data der von der Erdober-

welches ich hier abermals wiederhole, nur noch einige ihrer damit verwandten besondern Wirkungen anzuführen. Dahin gehört zunächst der Umstand, daß die Refraction die aufgehenden Gestirne schon im Horizonte zeigt, wenn sie doch eigentlich noch darunter stehen, und eben so die wirklich schon untergegangenen noch eine Zeit lang sichtbar erhält, daher sie die Dauer ihrer Sichtbarkeit, und demnach, wenn namentlich von der Sonne die Rede ist, den Tag verlängert. Da die Horizontalrefraction (vergl. vorn) etwann 32′ beträgt und der scheinbare Durchmesser der Sonne (für den Mond gilt das Nämliche) nahe eben so groß (nämlich = 30′)* ist, so macht diese Verlängerung sowohl Morgens als Abends so viel Zeit aus, als der Sonnendurchmesser gebraucht, um sich durch den Horizont zu schieben. Dieß beträgt in unsern** Gegenden: für die Aequinoctialtage $3\frac{1}{2}$ Minuten, für den längsten und kürzesten Tag 4 Minuten, demzufolge sich die Dauer unseres längsten Tages durch die „astronomische Strahlenbrechung" noch um 8 Minuten vergrößert findet.

Innerhalb der kalten Zonen wird der, in ihrem Sommer Statt findende perpetuirliche Tag durch die Horizontalrefraction noch in einem viel größeren Maße verlängert, weil, wie schon oben mit Verweisung wegen des Näheren hierher angedeutet worden, die Refraction in der dortigen kalten und daher

fläche aus anzustellenden Beobachtungen eines Gestirns, namentlich eines Planeten, werden nämlich daselbst der Moment seines Durchganges durch den Meridian (die gerade Aufsteigung) und die Höhe, in welcher dieser Durchgang erfolgt (also, mit Bezug auf die Aequatorshöhe des Beobachters, die Abweichung) bezeichnet. Bei der darauf zu begründenden (geocentrischen) Ortsbestimmung des Planeten aber muß (sowohl von seiner, als) von der räumlichen Ausdehnung der Erdkugel abstrahirt werden; man muß sich diese letztere als in ihrem Mittelpuncte concentrirt denken können. Nun fällt, wie oben dargethan wird, für diesen die „Refraction" und Parallaxe hinweg, und man ist also gezwungen, die von der Erdoberfläche aus angestellten, bloß relativen Beobachtungen des Planeten erst von jenen beiden Einflüssen zu befreien, wodurch sie sich, wie sie demnach sollen, auf jenen Mittelpunct reducirt finden und etwas Absolutes werden.

Für den Mond aber ferner, für welchen man bei Berechnung der Länge zur See (s. d. Art. S. 21) allaugenblicklich den von der Parallaxe und „Refraction" befreieten Ort im entsprechenden Vertical wissen muß, ist die Kenntniß dieser beiden Einflüsse von vielleicht noch größerer praktischer Wichtigkeit; und die Leser finden deßhalb in allen nautischen Werken immer eine „Parallaxe des Mondes weniger der Refraction" überschriebene Tafel. — Dieß wird hinreichen, um die Nothwendigkeit der strengsten Correction wegen der Refraction (und Parallaxe), welche Nothwendigkeit ich hier eben noch besonders hervorheben wollte, wiederholentlich darzuthun.

* Ich füge erläuternd, anmerkungsweise, nochmals hinzu: da der scheinbare Durchmesser der Sonne (sowohl als des Mondes) 30′, und die Horizontalrefraction nahe eben so viel beträgt, so erscheint also die auf- oder untergehende Sonne im ersteren Falle schon, im andern aber noch ganz über dem Horizonte, wenn sich, dem wirklichen Stande dieses Gestirns gemäß, nur erst der oberste Randpunct der Gestirnscheibe in demselben befindet.

** Nämlich für „Sphaera *obliqua*," wo der Horizont also schief gegen den Aequator und dessen Parallelen (die Tagkreise der Sonne) liegt, und sich das Gestirn daher durch einen solchen schief liegenden Horizont schieben muß. Für „Sphaera *recta*" dagegen würde diese Zeit (vergl. Sternzeit) nur resp. $\frac{3\frac{1}{2}}{15}$ und $\frac{4}{15}$ Minuten (hier aber wahre Sonnenzeit) betragen. — Man könnte noch nach dem Verhältnisse auch für „Sphaera *parallela*" fragen; die Antwort auf diese Frage aber gleich oben im Texte.

dichteren Luft sehr stark ausfällt. Bliebe dieselbe daselbst, namentlich für den Pol („Sphaera *parallela*") selbst, für welchen der Aequator den (wahren) Horizont abgibt, an das vorgetragene, gewöhnliche (wenn ich so sagen darf, mathematische) Gesetz gebunden, so würde die Sonne z. B. dem Nordpole nur erst dann ganz über dem Horizonte erscheinen, wenn eben der oberste Randpunct ihrer Scheibe in demselben wäre; und der sechsmonatliche Tag dieses Pols würde sich dann durch die Strahlenbrechung nur um so viel Zeit verlängert finden, als die Sonne (ihr Mittelpunct) gebraucht, um von 15′ südlicher Abweichung zu 15′ nördlicher Abweichung (15 + 15 = 30′, als dem angegebenen scheinbaren Sonnendurchmesser) zu gelangen. Allein die bezeichneten, in den Polarregionen Statt habenden, ganz andern dießfallsigen physischen Einflüsse vergrößern, wie gesagt, namentlich die Horizontal-Refraction in diesen Regionen ungemein, und nach den Beobachtungen der Schifffahrer * steigt dieselbe bei begünstigenden Umständen auf bedeutend über 4°.

Schon um die Grenzen der kalten Zonen, wo es (vergl. Erdstriche, S. 390) doch noch keinen Tag von vollen 24 Stunden geben sollte, wird die Sonne am längsten Tage durch die Brechung gleichwohl durchaus über dem Horizonte erhalten. Dieses merkwürdige Phänomen sahe König Carl XI. am 14. Juni alten Styls 1694 zu Tornea, und ließ dasselbe im folgenden Jahre durch seine Mathematiker Bilemberg und Spole („Refractio Solis inoccidui jussu Caroli XI. circa Solstitium aestivum 1695 observata" in „Acta Erudit." 1697. Febr. p. 91) genauer untersuchen. Auch diese Beobachter geben danach die Brechung in der dortigen Breite ungewöhnlich groß, über zwei volle Durchmesser der Sonnenscheibe an.

Von der Refraction rührt sodann auch die abgeplattete (ovale) Gestalt her, in welcher sich uns die Sonne und der Mond * besonders am Horizonte zeigen, und welche meinen Lesern wohl schon selbst aufgefallen ist. Beträgt nämlich der scheinbare Durchmesser eines Gestirns, wie es, angegebenermaßen, bei Sonne und Mond der Fall ist, 30 Minuten, so wird, da die Refraction in dieser Höhe von 30′ bereits über 4′ kleiner als im Horizonte ausfällt, der obere Rand namentlich der Sonne durch die Refraction um so viel weniger, als der untere gehoben, und der verticale Sonnendurchmesser erscheint also in dem nämlichen Verhältnisse kürzer, als der horizontale, dessen beide Enden gleich

* Ich finde in meinen Notizen, daß Holländische Schiffer, welche 1597 in Novazembla unter 76° (nördlicher) Breite überwinterten, die Sonne schon am 24. Januar wieder sahen, da sie sie doch, der bloßen Schiffsrechnung gemäß, d. h. abgesehen von aller Refraction, erst den 10. Februar, also 17 Tage später hätten erblicken sollen. Danach beträgt die Horizontalrefraction in dieser Breite, wie ich sie im Texte gebe, über 4°: denn die südliche Abweichung der Sonne nimmt um die angegebene Zeit täglich etwann ¼° ab, und die Sonne war also für die angegebenen 17 Tage wirklich noch 17 . ¼ = 4¼° weiter südlich vom Horizonte der Schiffer entfernt, als es sich durch den Einfluß der Refraction befand. Auch bestätiget dieß die angedeutete Schiffsrechnung ziemlich nahe. Derselben, d. h. den Tafeln gemäß, hätte die Sonne nämlich den etwann um (90 − 76 =) 14° vom Aequator entfernten Schiffshorizont erst am 10. Februar erreichen sollen; ihre südliche Abweichung an diesem Tage ist

ungefähr	14° 30′,
wogegen dieselbe am 24. Januar	19° 10′
beträgt; und der Unterschied von	4° 40′

kam also auf die Wirkung der Refraction. — Ich darf nicht erst besonders aufmerksam darauf machen, daß vollkommnere Genauigkeit hierbei freilich nicht erwartet werden darf, und die obigen Angaben also nur eine Näherung sind.

* Eigentlich natürlich alle Gestirne; bei den übrigen ist diese Wirkung der Refraction, der scheinbaren Kleinheit der Gestirnscheiben wegen, nur weniger bemerkbar.

doch stehen, wovon jener Anschein der Abplattung (Ellipticität) somit eine natürliche Folge ist. — Dieses Umstandes erwähnt, wie ich in meinen Notizen finde, schon Diodor von Sicilien; ich kann aber die Stelle nicht gleich angeben, und überlasse deren Aufsuchung meinen gelehrteren Lesern.

Die astronomische „Strahlenbrechung" veranlaßt es ferner, daß man bei Mond-Finsternissen (vergl. d. Art. S 462) zuweilen Sonne und Mond beide zugleich über dem Horizonte erblickt, da sie (ihre Mittelpuncte) sich doch dann vielmehr mit dem Mittelpuncte der Erde (bei centralen Finsternissen genau, bei partialen wenigstens nahe) in derselben Geraden befinden, und also eben nur eins beider Gestirne sichtbar seyn sollte. Wenn der Mond, vom Mittelpuncte der Erde gesehen, der Sonne genau gegenüber steht, so geht er, seiner Parallaxe wegen, etwas später auf, als jene (deren Parallaxe unbedeutend ist) sodann untergeht: denn die „Parallaxe" erniedriget ihn im Vertical; der daher rührende Unterschied zwischen der Gleichzeitigkeit des Sichtbarwerdens beider Gestirne über dem Horizonte wird aber durch die „Refraction," welche die Gestirne dagegen im Vertical erhöhet, noch mehr als aufgehoben; — und es kann daher der verfinsterte Mond durch den Einfluß der Refraction z. B. als aufgehend erblickt werden, ja es kann selbst der Mittelpunct des Erdschattens über dem Horizonte erscheinen, wenn die Sonne noch nicht untergegangen ist.* Plinius, welchem die Refraction unbekannt war, bezeichnet dieß (H. n. II. 13.: „*Mirum, quonam ratione, cum Solis exortu umbra illa hebetatrix sub terra esse debeat, semel jam acciderit, ut in occasu Luna deficeret, utroque super terram conspicuo sidere.*" Er spricht also vom gleich möglichen, entgegengesetzten Falle des, beim Aufgange der Sonne vielmehr verfinstert untergehenden, dabei aber zugleich noch mit ihr sichtbar gebliebenen Mondes, als etwas Wunderbares; die Beobachtung ist, wie man aus meinem Vortrage ersieht, in neuerer Zeit öfter gemacht und von der heutigen Astronomie, namentlich auf die in der Note angewendete Art, vollkommen erklärt worden.

Hiermit beende ich meinen Vortrag über astronomische Strahlenbrechung: die unzähligen terrestrischen Wirkungen der „Strahlenbrechung," welche man gewöhnlich unter dem Namen der Luftspiegelung zusammenbegreift, namentlich die so bekannte Fata Morgana, ge-

* Sprechen wir von einer centralen Finsterniß, bei deren Eintritt also, aus dem Mittelpuncte der Erde betrachtet, Sonne und Mond einander genau gegenüber stehen. Ohne Refraction und Parallaxe würden sich beide Gestirne zum selbigen Augenblicke im scheinbaren Horizonte durchaus eben so einander gegenüber zeigen; die Refraction macht aber, daß die von aller Parallaxe frei gedachte, alsdann z. B. untergehende Sonne noch 32′ hoch über dem Horizonte gesehen wird, wogegen der dem Aufgange nahe, verfinsterte Mond in diesem nämlichen Augenblicke um die Differenz von Horizontal-Parallaxe (60′) und Horizontal-Refraction (32′), also um (60 − 32′ =) 28′ unter dem Horizonte steht. Der Mond darf also, um sich bis in den Horizont zu erheben, im Vertical nur noch 28′ höher steigen; die Sonne hat aber, um ganz unter den Horizont zu sinken, 32′ zu machen; — und während des, auf diesen Bogen-Unterschied von (32 − 28 =) 4′ kommenden Zeitunterschiedes werden demnach der verfinstert aufgehende Mond und die untergehende Sonne, beide zugleich über dem Horizonte gesehen werden. — Bringt man endlich die der Refraction entgegenwirkende Mondparallaxe hierbei gar nicht in Rechnung, so entsteht in einem solchen Falle durch die gegenseitige „Refraction" beider Gestirne zwischen ihnen eine Annäherung von (32′ + 32′ =) über 1° (Lalande „Astronomie." II. S. 708): Le *soleil* et la *lune*, lors de l'éclipse du 19 juillet 1750, quoique *réellement opposés*, étoient rapprochés d'un degré par *le seul effet des deux réfractions*").

hören nicht vor das astronomische Forum; — und ich habe daher schließlich nur noch zu bemerken, daß Lesern, welche mehr verlangen, als ich in den, meinem Werke gesteckten Grenzen geben konnte, besonders die schon citirte „Astronomie“ von Lalande zu empfehlen ist, wo die Lehre von der Refraction im 12. Buche mit größerer Ausführlichkeit und der diesem Auctor eigenen schönen Klarheit behandelt wird.

Stürme, s. Winde, wo, rücksichtlich solcher Beobachtungen, welche das Statthaben von Stürmen und Winden auch auf anderen Planeten, als unserer Erde, vermuthen lassen, weiter darüber gehandelt wird.

Stunde; Hora; *Heure.* Gewöhnlich und allgemein der 24ste Theil eines Tages, wobei aber der Ausdruck „Tag“ in der dreifachen Bedeutung eines Sterntages, eines mittleren und eines wahren Sonnen-Tages gebraucht wird. Unter „Sterntag“ versteht man (vergl. Sternzeit) die Zeit einer Arendrehung der Erdkugel, d. h. die Rückkehr eines nämlichen Fixsterns in den Meridian, und theilt dieselbe in 24 „Sternstunden“; eine solche Rückkehr der (eingebildeten) mittleren Sonne gibt (siehe Sonnenzeit) den mittleren Sonnentag mit seinen 24 mittleren „Sonnenstunden,“ wie unsere gewöhnlichen Taschen- und Pendeluhren dergleichen Zeit zeigen; die wahre Sonne endlich aber gebraucht (wie auch im eben citirten Art. Sonnenzeit näher erörtert wird) einen wahren Sonnentag mit seinen 24 wahren Sonnenstunden zur nämlichen Rückkehr; und diese wahren Sonnenstunden, im Gegensatze jener, wie gesagt, durch die Taschen- oder Pendeluhren gezeigten mittleren Sonnenstunden, finden sich durch die, dem wahren Sonnenlaufe folgenden Sonnenuhren angegeben.

Sonst ist im vorliegenden Bezuge nur noch zu bemerken, daß, da dieser (wahre Sonnen-) Tag demnach (durchschnittlich)* 24 mittlere sowohl, als wahre Sonnen-„Stunden,“ das Jahr aber bekanntlich 365 volle Tage enthält, auf 1 solches Jahr diesergestalt (365 . 24 =) . . . . . 8760 Stunden kommen. In den astronomischen Tabellen wird das Jahr aber oft alsbald = 365¼ Tagen, und also = ... 8766 „

gesetzt, und von dieser Differenz der . . . . . 6 Stunden rührt es denn her, daß man in dergleichen Tabellen, z. B. die Marsrevolution, in lauter Tagen und Stunden zu 686 Tagen 23 Stunden,

in Jahren, Tagen und Stunden aber zu . . 1 Jahre 321 „ 17 „

(Differenz „ „ „ 6 „)

angegeben findet.

Sternstunden dagegen enthält das Jahr von 365 Sonnentagen, indem die Erdkugel während dieser Tagezahl 366* Arendrehungen ausführt (8760 + 24 =) 8784.

* „Durchschnittlich.“ Ich erinnere auch aus dem Art. Sonnenzeit daran, daß ein „mittlerer“ Sonnentag länger oder kürzer seyn kann, als ein „wahrer,“ daß aber die 365 mittleren Sonnentage eines ganzen Jahres zusammen den 365 wahren Sonnentagen eines solchen an Dauer ganz gleich kommen (daß mittlere und wahre Sonne nach Ablauf eines (tropischen) Jahres immer wieder zusammentreffend gedacht werden müssen).

* Für Leser, denen der Grund hiervon aus früheren dießfallsigen Bemerkungen nicht gleich beifallen sollte, erinnere ich daran, daß die Erde in ihrer Bahn um die Sonne täglich etwann 1° fortrückt, um welchen sie mehr rotiren muß, ehe sie die Sonne denn einen Fixstern wieder in den Meridian bekommt, welches jene 366te Arendrehung veranlaßt; die Sonne braucht

volle 24 Sonnenstunden „ „,

der Fixstern nur . 23 solche Stunden 56′ 4″,

um wieder in den Meridian zu kommen; die Differenz der . 3′ 56″, 365 Mal genommen, macht den 366ten (Stern-) Tag aus.

Daß endlich auf 1 Stunde, welche Art von Zeit nun auch gemeint ſey, alſo ſowohl auf die Sonnen-, als auf die Sternſtunde 60 (reſp. Sonnen- oder Stern-) Minuten = (60 . 60) 3600 Secunden = (60 . 3600) 216000 Tertien gehen, iſt ſchon im Art. Maß, S. 81, angeführt worden.

Stundenkreis; Circulus horarius; *Cercle horaire.* Jeder größte Kreis der „unbeweglichen" Himmelskugel (ſ. d. A. S. 760), welcher durch beide Pole geht und alſo den Aequator ſenkrecht ſchneidet, heißt ein „Stundenkreis." So ſind, Tafel XXI. Fig. 3, alle durch P und p gezogenen Kreiſe „Stundenkreiſe." *

Wenn ein Geſtirn in S ſteht, ſo iſt der Stundenkreis PSDp, welchen daſſelbe in dieſem Augenblicke einnimmt, zugleich ſein Abweichungskreis (ſ. d. Art.); indem dieſes Geſtirn S aber durch die tägliche (die allgemeine) Himmelsbewegung in dem Tagkreiſe GF herumgeführt wird, tritt es auch allaugenblicklich in einen andern Stundenkreis. Abweichungs- und Stundenkreiſe ſind daher inſofern zwar Einerlei; allein jene gehören zur beweglichen, hingegen dieſe zur unbeweglichen Himmelskugel: der Abweichungskreis des Geſtirns S rückt mit dieſem Geſtirn binnen 24 Stunden durch alle möglichen Stundenkreiſe; er coincidirt in dieſer Zeit ſucceſſiv mit jedem derſelben.

Man kann ſich, der Definition gemäß, zwar unzählige Stundenkreiſe, nämlich durch jedweden Punct des Aequators AQ einen ſolchen gedenken. Theilt man aber den Aequator vom Mittagskreiſe A aus gerade nur in 24 gleiche, und demnach um $\left(\frac{360}{24} =\right)$ 15° von einander abliegende Theile, ſo laſſen ſich durch dieſe alſo beſtimmten Theilungspuncte diejenigen (vgl. d. vorausgehende Anmerkung) zwölf (ganzen)* „Stundenkreiſe" legen, deren vordere oder öſtliche (von Oſten bis Weſten reichende, d. h. Tag-) Hälfte in unſerer Figur 3. (deren perſpektiviſchen Entwurf man ſich als Halbkugel zu verſinnlichen hat) dargeſtellt iſt, und von welchen z. B. P1p den erſten, PCp den ſechsten, der Meridian PApQ ſelbſt aber den zwölften abgibt. Um aus jedem derſelben in den zunächſt folgenden zu kommen, braucht ein Fixſtern (S) mit der ihm bloß beiwohnenden allgemeinen Himmelsbewegung Eine Stunde Sternzeit, die Sonne S aber, die zugleich eigener Bewegung unterworfen iſt, Eine Stunde (wahre) Sonnenzeit (von welcher Verſchiedenheit ſich der Grund in dieſen beiden Artikeln Stern- und Sonnenzeit noch näher aufgeklärt findet). Und da wir im bürgerlichen Leben Sonnenzeit gebrauchen und zwölf Uhr zählen, wenn die Sonne in F und G, d. h. im zwölften „Stundenkreiſe" ſteht, ſo folgt, daß wir Ein Uhr haben müſſen, wenn ſie mit jener Bewegung in den erſten, ferner ſechs Uhr, wenn ſie in den ſechsten der zwölf Kreiſe gerückt iſt, eine Bedingung, die eben den, deßhalb in der Anmerkung angedeuteten gnomoniſchen Gebrauch der Stundenkreiſe conſtituirt. Der gemeinſchaftliche Durchmeſſer aller Stundenkreiſe nämlich iſt offenbar die Weltare Pp. Denkt man ſich alſo (vergl. Gnomonik, ** S. 667), ſtatt dieſer Are, einen

* In der Gnomonik (Lehre von den Sonnenuhren und den dabei zu Grunde liegenden Stundenkreiſen, ſ. den Art.) heißen Stundenkreiſe, insbeſondere ſolche (den Grund gleich oben), welche ſämmtlich 15 Grad von einander abſtehen, und deren einer der Mittagskreis iſt.

* „Ganzen." Ich brauche indeß wohl kaum beſonders darauf aufmerkſam zu machen, daß, da jeder dieſer ganzen größten Kreiſe durch zwei der ſich diametral gegenüberliegenden Aequators-Theilpuncte geht, die ſämmtlichen 24 ſolche Puncte von den 12 Stundenkreiſen getroffen werden.

** Dort iſt die Verdeutlichung dieſer Materie in einer andern, manchem Leſer vielleicht noch mehr zuſagenden Art verſucht worden, bei deren Vergleichung ſich indeß die Uebereinſtimmung in der Sache ſelbſt, namentlich in Bezug auf die Horizontal-Sonnenuhr, welche Vergleichung ich meinen Leſern anheim ſtelle, bald ergeben wird. Verſinnlichen wir uns

„Stift," welcher der Sonne gegenüber einen Schatten wirft, so fällt dieser Schatten bei jedem Stande der Sonne in eben denselben Stundenkreis (d. h. in dessen entgegengesetzte Hälfte), in welchem die Sonne eben steht. Wenn nun die Erdkugel, als vergleichsweise unendlich klein, im Mittelpuncte der Himmelskugel angenommen wird (wie ich die Nothwendigkeit, dieß stets zu admittiren, so oft hervorgehoben habe), so sieht man, daß jeder mit der Weltaxe parallele Stift auf der Erdfläche als ein Stück der Weltaxe selbst betrachtet werden kann, und daß der Schatten solcher Stifte allezeit in die Ebene desjenigen Stundenkreises fällt, der die Zeit für den Augenblick der Beobachtung andeutet. Hierauf beruhet die ganze Gnomonik mit den bezüglichen, hier betrachteten „Stundenkreisen"; dieselbe besteht einzig in der Auflösung des geometrischen Problems: „Auf jeder gegebenen Fläche die Durchschnittslinien dieser Fläche mit den Ebenen der zwölf Stundenkreise zu verzeichnen," welches Problem unser Werk jedoch nicht weiter zu verfolgen hat.

Auch erklärt sich hieraus der Gebrauch des „Stundenringes" auf der künstlichen Erd- und Himmelskugel (s. d. Art. S. 761), dessen Eintheilung in 24 gleiche Theile (Stunden) der oben geforderten Eintheilung der 360° des Aequators in eben so viele gleiche Theile von $\left(\frac{360}{24} = \right)$ 15 Graden, und den durch die Theilungspuncte gelegten 12 (ganzen) Kreisen, als „Stundenkreisen" dergestalt entspricht, daß sich die Fortrückung des Zeigers dieses Stundenringes um volle 24 Stunden (jetzt aber Sternzeit) auch auf eine volle Arendrehung um 1 Stunde auf 15° derselben u. s. w. bezieht. — Im engsten Bezuge mit dieser Betrachtung der Stundenkreise schließlich steht aber das nun Vorzutragende über:

Stundenwinkel; Angulus horarius: *Angle horaire*, worunter man nämlich den Winkel des Stundenkreises mit dem Meridian (am Pole) versteht. So ist in der Figur 4 der Tafel XXI, in welcher P den Pol, PA den eben vom Gestirn S eingenommenen Stundenkreis, PQ den Meridian vorstellt, APQ der „Stundenwinkel" jenes Gestirns; — und das Maß dieses Winkels gibt der zwischen seinen Schenkeln enthaltene Aequatorsbogen AQ (der Abstand vom Meridian) ab; letzterer Bogen, der „Zeitbogen," entspricht der Zeit, die das Gestirn S, wie gesagt, 15° des Aequators auf 1 Stunde gerechnet, noch brauchen würde, um aus dem Stundenkreise PA in den Meridian PQ zu gelangen.

Zur Ermittlung dieses Stundenwinkels durch Beobachtung mißt man die Zenithdistanz ZS des Gestirns, welche, verbunden mit dem Complemente SP seiner als bekannt vorausgesetzten Declination AS, und dem Complemente ZP der geographischen Breite QZ des Beobachters in Z, also die sämmtlichen drei Seiten des sphärischen Triangels ZPS gewährt, und woraus also der gesuchte Winkel bei P nach den Regeln der sphärischen Trigonometrie sogleich abzuleiten steht.

indeß nunmehr hier die Himmelskugel und die in ihrer Mitte, concentrisch mit ihr, frei schwebende Erdkugel, so entsprechen den zwölf, an jener gedachten „Stundenkreisen," ähnlich liegende zwölf Kreise auf letzterer; die Weltaxe soll zugleich durch einen ihr parallelen „Stift" repräsentirt werden, welcher somit den gemeinschaftlichen Durchmesser der sämmtlichen zwölf Himmels-Stundenkreise abgibt, und, indem er der durch sie fortrückenden Sonne also stets gegenüber bleibt, auch seinen Schatten stets auf den entsprechenden Stundenkreis der Erdkugel wirft, und in demselben solchergestalt die zugehörige Zeit (Stunde) angibt; tritt die Sonne z. B. in den Himmelsmeridian, den so bezeichneten zwölften „Stundenkreis," so fällt der Schatten der Weltaxe als Durchmesser des Meridians (d. h. also der Schatten des Stiftes) auf den gerade darunter liegenden Meridian der Erdkugel und zeigt Mittag; beim weiteren westlichen Vorrücken der Sonne um die vorgeschriebenen 15° sodann 1 Uhr Nachmittags u. s. w.; — welches demnach zur gewünschten Verdeutlichung unter diesem Gesichtspuncte hinreichen wird.

Süd, Süden, ſ. Mittagspunct.

Süden, als phyſiſcher Gegenſatz von Norden, ſ. Norden, wo dieſer merkwürdige Gegenſatz, im Sinne des verewigten Wiener Aſtronomen Littrow, weiter verfolgt wird.

Südliche Abweichung, Breite, Halbkugel, Polarkreis u. ſ. w., ſiehe Abweichung, Breite u. ſ. w.

Südlicht, Auſtralſchein; Aurora auſtralis; *Aurore auſtrale*, Lumière auſtrale. Durch dieſen Namen bezeichnet man, mit örtlicher Beziehung auf die ſüdliche Hemiſphäre und namentlich auf deren Polarzone, dieſelbe Erſcheinung, von welcher wir bei Beziehung auf die nördliche Hemiſphäre, jedoch unter Verweiſung auf den vorliegenden beſondern Artikel, im Vortrage über Nordlicht gehandelt haben; das „Südlicht“ hat nämlich ganz unſtreitig eine gleiche Urſache und Beſchaffenheit mit dem Nordlicht,* daher ich, hinſichtlich dieſer beiden Umſtände, auch lediglich jenen Vortrag zu vergleichen bitte. Auf Grund dieſer Vorausſetzung hat man auch das Nordlicht und das Südlicht mit dem gemeinſchaftlichen Namen der Polarlichter belegt, unter welchem, wie ich zugleich bemerke, nur durch ein Verſehen verſäumt worden iſt, beſonders hierher zu verweiſen.

Indeß ſind dieſe „Südlichter“ viel ſeltener, als die Nordlichter beobachtet worden, welches wohl daher rühren mag, daß die ſüdlichen Polarländer auch ſeltener, als die nördlichen beſucht und beſchrieben worden ſind. Ich finde Beobachtungen von „Südlichtern“ nur in Johann Reinhold Forſter's, des berühmten Begleiters von Cook, „Bemerkungen auf ſeiner Reiſe um die Welt“ (einem an den genialſten Bemerkungen beſonders über Gegenſtände der phyſiſchen Erdbeſchreibung überhaupt ungemein reichen Werke). Berlin. 1783. gr. 8. S. 103 flg., wo aber die Schilderung ſo genau mit der von mir gemachten Beſchreibung des Nordlichtes übereinkommt, daß ich in ein weiteres Detail über den, ohnedieß nicht ſtreng aſtronomiſchen Gegenſtand auch nicht weiter eingehe.

Synodiſcher Monat, ſ. Monat, S. 139.

Synodiſche Revolution; Revolutio synodalis; *Révolution synodique*. Ganz allgemein: die Zeit, die verſtreicht, bis ſich zwei Geſtirne, welcher Art ſie nun auch ſeyn mögen, gegen einen dritten Weltkörper, auf den ſie bezogen werden ſollen, wieder in einer ſolchen nämlichen Stellung befinden, daß ſie (ihre Mittelpuncte), abgeſehen von aller Breite, in einer geraden Linie° mit ihm ſtehen. So würde z. B. ein Aſtronom in der Sonne (vergl. das gleich Folgende) die Zeit der Wiederkehr des Planeten Erde zu einer ſolchen geradlinigen Stellung mit ihr und etwann dem Mars die (heliocentriſche) „ſynodiſche Revolution“ dieſer beiden Planeten in Bezug auf ſich, d. h. alſo in Bezug auf die Sonne nennen können; und im bloß etymologiſchen Sinne („ſynodiſch,“ zuſammenkünftlich) dürfte er daſſelbe auch von der Rückkehr eines oder des andern dieſer beiden Planeten zu einer ſolchen („heliocentriſchen“) Stellung gegen einen Fixſtern ſagen.

Im engeren Sinne aber verſteht man unter „ſynodiſcher Revolution“ bloß den Zeitverfluß der Wiedererſcheinung der Planeten (wegen der ſynodiſchen Revolution des Mondes ſ. oben) in ihrer faſt oder ganz geradlinigen Zuſammenkunft mit der Sonne, aus der Erde, oder mit der Erde, aus der Sonne geſehen (weßhalb wir den Beobachter eben in die letztere verſetzten), alſo die Zeit der Rückkehr eines Planeten zu

* Es wäre denn, daß man mit Bezug auf die im Art. Norden und Süden, als phyſiſcher Gegenſatz, angedeuteten Gründe gleichwohl die Möglichkeit gewiſſer Modificationen dieſer Gleichheit der Urſache und der Beſchaffenheit der Erſcheinung an den entgegengeſetzten Polen annehmen wollte.

° Dieß heißt: ohne Breite müſſen die drei Geſtirne in der Ekliptik in einer geraden Linie, bei verſchiedener Breite aber wenigſtens in der, durch dieſe Linie auf der Ekliptik ſenkrechten Ebene (ſo viel als in einem nämlichen Breitenkreiſe) zuſammentreffen.

einer gleichen geocentriſchen Länge mit der Sonne oder einer gleichen heliocentriſchen Länge mit der Erde (d. h. der Rückkehr in die oben bedingte geocentriſche, abgeſehen von der Breite, „geradlinige“ Stellung). Für die beiden Planeten Mercur und Venus hat dieſe Bedingung in den (vergl. d. A.) beiden Conjunctionen (von denen man jedoch die untere wählt), für die oberen dagegen in der Oppoſition (ſ. auch dieſen Artikel) oder auch in der oberen Conjunction Statt.

Die Dauer einer ſolchen „ſynodiſchen Revolution“ aber hängt natürlich von der zuſammengeſetzten („tropiſchen“ oder „ſideriſchen“)* Bewegung der Erde und des in Rede ſtehenden Planeten in ihren reſpectiven concentriſchen Bahnen ab; wenn die Erde z. B. heute dem „oberen“ Planeten Mars auf die vorbeſchriebene Art in Oppoſition gegenüber, alſo bei gleicher (heliocentriſcher) Länge zwiſchen ihm und der Sonne geſtanden hat, ſo entfernt ſie ſich nun mit ihrer größeren Geſchwindigkeit in ihrer Bahn von dieſem ihr, in der ſeinigen, nur langſamer nachrückenden Planeten; — und die Frage iſt alſo: wennehr ſie, gemäß dieſer Differenz der gegenſeitigen Geſchwindigkeiten, wieder mit ihm zuſammentreffen, d. h. wennehr der alſo wachſende Abſtand der Erde vom Mars in den „concentriſchen“ Kreisbahnen = den vollen 360° werden wird? — denn alsdann ſteht dieſer Planet der Erde offenbar in ähnlicher Art wieder gegenüber.

Nennt man, zur Beantwortung dieſer Frage, die Tagezahl der Umlaufszeit des Mars = T, der Erde = t, ſo erhält man (vergl. Oppoſition, S. 237) die Proportion $\frac{360^\circ}{t} - \frac{360^\circ}{T} : 1$ Tage = 360° : ſynodiſcher Revolution, welche daraus = $\frac{Tt}{T-t}$** kommt. Nach dieſer allgemeinen Formel laſſen ſich nun die „ſynodiſchen Revolutionen“ aller Planeten leicht berechnen, und man findet danach zum andern Beiſpiele, daß, da die periodiſche* Umlaufszeit der Venus = 224,69, der Erde = 365,25 Tagen, die ſynodiſche Revolution jenes Planeten = $\frac{365{,}25 \cdot 224{,}69}{365{,}25 - 224{,}69}$ = 1 (Julianiſchen) Jahre 218 Tagen 16 Stunden kommt. — Dieß wird über „ſynodiſche Revolution,“ als Collectiv-Artikel, um ſo mehr hinreichen, als die citirten, ſo nahe verwandten, ſpeciellen Artikel Conjunction und Oppoſition jedes weitere Detail gewähren.

Syſtem (wiſſenſchaftliches, namentlich aſtronomiſches); Systema; *Système.* Eine geordnete Sammlung in einander gegründeter Wahrheiten von Einerlei Art und Beſchaffenheit. So begreift ein „Syſtem“ der Aſtronomie alle bekannten Hauptſätze über die Bewegung der Himmelskörper in ihrem natürlichen Zuſammenhange, d. i. von den einfachſten und allgemeinſten Erſcheinungen der täglichen Bewegung an bis zu den zuſammengeſetzteren des durch gegenſeitige Anziehung mannigfach geſtörten und modificirten Planetenlaufes. — Eine ſpecielle Anwendung hiervon auf das Copernikaniſche „Syſtem“ bereits im Art. Hypotheſe, S. 794, welcher alles Weitere, hierher Gehörige gewährt, und welchen ich zu vergleichen bitte.

* „Tropiſchen“ oder „ſideriſchen;“ denn die Differenz beider Bewegungen, worauf es, wie wir gleich näher ſehen werden, hierbei ankommt, iſt dieſelbe

** Die Betrachtung dieſes Formelausdruckes zeigt, daß (vergl. wieder Oppoſition, l. c.) die ſynodiſche Revolution um ſo länger dauert, je kleiner T — t; kürzer dagegen wird ſie in dem Verhältniſſe, in welchem T größer als t ausfällt. Wäre T ſo groß (unendlich) gegen t, daß der betreffende Planet während der Zeit t als ſtillſtehend betrachtet werden dürfte, ſo erhielte man $\frac{Tt}{T-t} = \frac{\infty t}{\infty} = t$ = der Umlaufszeit ſelbſt des ſchnelleren Planeten. — Dieſe kleine analytiſche Digreſſion wird manchen Leſern angenehm ſeyn.

* „Periodiſch“ ſteht hier aus den angeführten Gründen mit gleichem Rechte für ſideriſch und tropiſch.

Syzygien; Syzygiae; *Syzygies.** Allgemein führen dieſen Namen diejenigen Stellungen jeder zwei beliebigen Geſtirne, in welchen ſie mit der Erde, faſt oder ganz, in gerader Linie ſtehen; alſo ihre Conjunctionen oder Oppoſitionen (vergl. beide Art.) Gewöhnlich aber wird dieſe Benennung nur den Conjunctionen und Oppoſitionen des Mondes mit der Sonne, alſo den Erſcheinungen des Neu- und Vollmondes (ebenfalls beſondere Art.) beigelegt, welche man unter dieſem gemeinſchaftlichen Namen dem, für das erſte und letzte Viertel ebenfalls gemeinſchaftlichen Namen der Quadraturen (ſ. auch dieſen Art.) oder der „Dichotomie“ entgegenſetzt.

* Nach dem gleich klingenden und „Verbindung“ bedeutenden Griechiſchen Worte, welches ſchon Ptolemäus in ſeinem Almageſt in dieſem Sinne gebraucht.

T.

Tafeln, Tabellen, aſtronomiſche; Tabulae astronomicae; *Tables astronomiques.* Verzeichniſſe allgemeinerer numeriſcher Angaben und im voraus calculirter Zahlenwerthe zur Erleichterung darauf zu begründender ſpeciellerer aſtronomiſcher Rechnungen. Wir haben ein Beiſpiel davon bereits in dem beſonderen Artikel Planeten-„Tafeln“ geſehen, wo ſich neben den numeriſchen Angaben der planetariſchen Elemente beſonders die danach calculirte tägliche tropiſche Bewegung eines jeden Planeten, Behufs der Beſtimmung ſeines allaugenblicklichen Himmelsortes, als derjenigen Bedingung, worauf es hierbei meiſtens eigentlich ankommt, vorfindet. — Hier habe ich den Gegenſtand jedoch, wie auch in dieſem Art. bevorwortet worden, unter einem etwas weiteren Geſichtspuncte zu betrachten, obwohl ich mir gleich ausbedingen muß, nur die Hauptſachen anführen zu können.

Man ſieht nämlich bei näherer Vergleichung anderer Vorträge unſeres Werkes, namentlich etwann ſogleich des Vortrages über Finſterniſſe, leicht ein, daß zur Ausführung ſo ungemein verwickelter Rechnungen noch mehrere andere allgemeine und ſpecielle „Tafeln“ erforderlich ſind: alle die dort (z. B. S. 468 flgd.) vorausgeſetzten Daten, deren jedesmalige Einzelnberechnung zum Theile äußerſt beſchwerlich ſeyn würde, müſſen aus ſolchen bereits calculirten „Tafeln“ entnommen werden.

Die Nothwendigkeit derſelben in größerer oder geringerer Ausdehnung, — um unſern Vortrag durch einige hiſtoriſche Notizen einzuleiten, — iſt daher auch ſchon von den älteren Aſtronomen anerkannt worden, und wir finden bereits im Almageſt des Ptolemäus mehrere dergleichen Tafeln beſonders des Laufes der Sonne, des Mondes, der Planeten, im oben bezeichneten Sinne. Da dieſe Tafeln des Ptolemäus aber keine große Genauigkeit gewährten (d. h. da die danach im voraus berechneten Himmelsorte der Geſtirne mit dem Reſultate der nachherigen wirklichen Beobachtung nicht wohl übereinſtimmten, und man alſo weitere Berechnungen, z. B. der rechten Eintrittszeit der oben erwähnten „Finſterniſſe,“ darauf nicht mit Sicherheit begründen konnte), ſo ließ ſie Alfons X., König von Caſtilien und Leon, ein der Aſtronomie (nur zu)* eifrig ergebener Fürſt in der Mitte des dreizehnten Jahrhunderts, durch eine zuſammen berufene Verſammlung der damaligen Sternkundigen mit großen Koſten verbeſſern, in welcher neuen Geſtalt ſie noch jetzt unter dem Namen der „Alfonſiniſchen Tafeln“ bekannt ſind,

* Er vernachläßigte aus Liebe zu wiſſenſchaftlichen Arbeiten die Regierungsgeſchäfte, verlor, wie ſich meine geſchichtkundigen Leſer erinnern, darüber ſeine Krone, und „ließ ſich,“ nach dem Ausdrucke des Spaniſchen Geſchichtſchreibers Mariana, „die Erde entſchlüpfen, indem er den Himmel zu feſt halten wollte.“

ohne darum viel mehr Genauigkeit zu gewähren, da ihnen das falsche Princip der Epicykel (vergl. d. A.) zu Grunde liegt.

Nach manchen andern dießfallsigen Bemühungen von Copernikus, Tycho de Brahe u. s. w. gelang es endlich dem unsterblichen Kepler, dem Entdecker der wahren Gesetze des Planetenlaufes, diejenigen „Tabulae *Rudolphinae*“ (weil sie dem Kaiser Rudolph II. zugeeignet sind). Ulm. 1627. Fol. erscheinen lassen zu können, von denen ausführlicher schon im A. Kepler's Problem, S. 888, die Rede gewesen ist, und welche unter jenem Namen der „Rudolphinischen Tafeln“ ihr verdientes Ansehen bis auf das 18te Jahrhundert herunter behauptet haben. Nur erst um diese letztere Zeit und mit dem Bekanntwerden von Newton's erhabener Theorie der Gravitation (s. d. A.), wodurch sich besonders der Einfluß der Perturbationen auf die himmlischen Bewegungen ergab, hat es gelingen können, Vollkommeneres an die Stelle der Kepler'schen Arbeit zu setzen, und seitdem sind denn auch die Astronomen aller Länder bemühet gewesen, den astronomischen Tafeln in immer erweitertem Umfange jede nur irgend wünschenswerthe Genauigkeit zu verschaffen, und ein Lahire, Lacaille, Lemonnier, Lalande, Delambre, Laplace, Zach, Mayer, Bürg, v. Lindenau (lauter uns aus früheren Vorträgen schon rühmlich bekannte Männer) u. s. w. u. s. w. haben den äußersten Fleiß in der Berechnung solcher Tafeln bewiesen. Einzeln habe ich diese Leistungen schon in den verschiedenen Artikeln, worauf sie sich beziehen, namhaft gemacht; meine Leser finden in den Art. Sonne; Mond, Mercur u. s. f. die für den Lauf dieser Gestirne berechneten Tafeln aufgeführt; und der sogenannten „Hülfstafeln,“ d. h. solcher, welche Nebenbedingungen, z. B. die Nebenbedingung der Abirrung, Strahlenbrechung u. s. w., durch deren Einfluß noch andere Verschiedenheiten zwischen den berechneten und erscheinenden Himmelsorten der Gestirne veranlaßt werden, betreffen, geschieht ebenfalls in den bezüglichen Vorträgen Erwähnung, wohin ich verweisen muß, da eine specielle nochmalige Wiederholung ohne besondern Nutzen seyn und doch viel Raum kosten würde. Eine sehr vollständige Vereinigung astronomischer Tafeln bietet aber die von mir oft citirte „Berliner Sammlung.“ Berlin. 1776. 3 B. gr. 8. dar; — und nach ihrer Anleitung werde ich denn nunmehr sogleich zur Betrachtung der wichtigsten dieser Tafeln selbst übergehen,* jedoch, wie gesagt, nur

* Indeß muß ich, wenigstens anmerkungsweise, noch eine allgemeine Erinnerung voranschicken, welche das Eigentliche der Sache mit andern Worten abermals charakterisiren, und mir zugleich Gelegenheit zur Erklärung mehrerer hierbei vorkommenden technischen Ausdrücke bieten soll.

Die in den Tafeln gegebenen Zahlen nämlich gewähren nicht unmittelbar das Gesuchte; die Sonnentafeln z. B. geben nicht so unmittelbar die wahre (Bahn-) Länge der Sonne, sondern nur die mittlere: wenn die Sonne — setzen sie — ihre tropische Revolution (360° vom Frühlingspuncte bis — vgl. unten — wieder dahin) in 365 T. 5 St. 48′ 49″ vollendet, so macht sie durchschnittlich täglich 59′ 8,3″, und also z. B. in 3 Tagen 2° 57′ 25″. — Mehr als diesen mittleren Werth gewährt die auf die tägliche Bewegung der Sonne bezügliche Tafel unmittelbar noch nicht; die Ableitung der wahren Länge daraus, als des angeführtermaßen natürlich eigentlich Gesuchten, muß erst durch diejenigen Methoden bewirkt werden, zu denen sich namentlich im A. Gleichung der Bahn Anweisung findet. Aber indem letztere wahre Länge solchergestalt doch aus jener mittleren folgt, ist sie eine „Function“ derselben, gleichwie die mittlere Länge ihrerseits dagegen das „Argument“ der also aus ihr zu berechnenden wahren Länge abgibt: denn „Argument“ nennt man in der Astronomie jede veränderliche Größe (wie hier die von Tag zu Tag wachsende „mittlere“ Länge), von welcher eine andere, in Bezug auf jene ihre „Function“ genannte, und hier demnach die „wahre“ Länge, nach einem gewissen Gesetze abzuleiten ist.

Zur Darstellung dieser wahren aus der

einige der nothwendigsten Erklärungen hinzufügen können, da es ohne unzählige Wiederholungen freilich unmöglich ist, mich auf Alles einzulassen.

Auf eine 1) tabellarische Vorstellung des „Weltsystems," wie ich eine solche in diesem letzteren Vortrage selbst beibringen werde, ein 2) Verzeichniß geographischer Längen und Breiten,* und ein 3) Fixsternverzeichniß (vgl. d. Art.) folgen nämlich in dieser Sammlung

4) Sonnentafeln,

deren eine die Epochen (s. auch d. A.) für den Anfang jedes Jahres der letzten Jahrhunderte bis auf unsere Zeit herunter, und für den mittleren Mittag natürlich eines bestimmten Meridians, die folgende aber die tägliche mittlere Bewegung der Sonne (von den angegebenen 59′ 8″,3) für ein ganzes Jahr enthält, dergestalt, daß man also durch Hinzurechnung des letzteren (ganzjährigen) Betrages zur Epoche eines Jahres die Epoche für das folgende Jahr erhält. So findet sich z. B. in diesen Tafeln die Epoche für 1799

= 9 Z. 10° 8′ 26″,5,

die ganzjährige Bewegung . . 11 „ 29° 45′ 40″,5,*

und also die Epoche für 1800 . . 9 Z. 9° 54′ 7″.

Dabei ist bemerkt, daß die Epochen (wie ich auch schon in diesem Art. S. 337 angedeutet habe) in einem Gemeinjahre auf den Mittag des vorangehenden 31sten December, in einem Schaltjahre dagegen auf den 1. Januar selbst bezogen werden müssen; eine Forderung, deren Grund ich, da sie oft-

mittleren (Bahn-) Länge bedarf es aber, wie wir ebenfalls aus dem citirten Art. Gleichung der Bahn wissen, und wie ich hier nur zur Erläuterung einschiebe, ferner der Bestimmung dieser Gleichung, nämlich des Unterschiedes zwischen mittlerer und wahrer Länge, d. h. zwischen mittlerer und wahrer Anomalie (s. d. A.); und eine zweite Sonnentafel enthält also die „Gleichung der Sonnenbahn," als „Function" der mittleren Anomalie. Deßhalb steht über dieser Sonnentafel die Bemerkung: „Argument": Mittlere Anomalie der Sonne; — und da hier dieß Eine Argument zur Ermittlung des Verlangten hinreicht, so wird eine solche Tafel eine Tafel mit „einfachem Eingange" („à simple entrée") genannt. Man begreift aber leicht, und die Fortsetzung dieser Untersuchung wird es an Beispielen zeigen, daß bei verwickelterer Abhängigkeit anderer Gestirnbewegungen von mehrfachen conspirirenden Einflüssen auch der gleichzeitige Bezug auf mehrere solche „Argumente" nothwendig werden kann, daher die betreffenden Tafeln dann die Bezeichnung „mit zweifachem," „dreifachem Eingange" (*à double, triple* entrée) erhalten; — und womit also, meiner Absicht gemäß, wenigstens sogleich der Sinn dieser astronomischen Kunstausdrücke erklärt ist.

* Das neueste und vollständigste solche „Verzeichniß geographischer Ortsbestimmungen" gibt C. L. Littrow, der jetzige Director der Wiener Sternwarte, der verdienstvolle Sohn des verewigten Wiener Astronomen J. J. Littrow, im Schlußbande der von mir viel citirten zweiten Ausgabe von Gehler's „Physik. Wrtrb."

* Nämlich diese . 11 Z. 29° 45′ 40″,5
(365 . 59′ 8″,3)
entsprechen den 365 vollen Tagen, die die Tafel enthält; die fehlenden . . „ „ 14′ 19″,5.

um ganze . . 12 Zeichen = 360° zu haben, werden erst noch in den 5 h 48′ 49″ (fast 6 Stunden, fast 1/4 Tag, worauf also auch fast $\frac{59' 8'',3}{4}$ gehen) durchlaufen, um welche das tropische Jahr, angegebenermaßen, länger als jene 365 vollen Tage ist. Denn die hierbei zu Grunde liegende Proportion ist:

365 T. 5 St. 48′ 49″ : 360° = 1 T. : 59′ 8″,3.

Ich darf übrigens wohl kaum erst darauf aufmerksam machen, daß alles hier als Bewegung der Sonne Bezeichnete natürlich nur vom Planeten Erde gilt, dessen wirkliche Bewegung durch die scheinbare Bewegung jenes Gestirns bloß repräsentirt wird.

mals Anſtoß gibt, hier nochmals beſonders zu erklären habe. In einem Schaltjahre ſind nämlich z. B. am 1ſten März einſchließlich 31 + 29 + 1 = 61, in einem Gemeinjahre nur 60 Tage. Man ſetzt alſo im letzteren die Epoche E auf Mittag des 31ſten December (0 Januar, in welcher Art die Aſtronomen — vergl. S. 327 dieſes II. Bandes unſeres Werkes — denſelben Tag bezeichnen), und rechnet dann die tägliche mittlere Bewegung m, wie ſie in der Tafel beim 1ſten März mit 60 m ſteht, hinzu, wodurch man demnach die verlangte mittlere Länge der Sonne für dieſen Tag = E + 60 m hat. Um ſodann aber ohne weiteres eben ſo auch im Schaltjahre, wo doch 61 m hinzukommen ſollten, verfahren (d. h. alſo um immer gleich nur den Tafelbetrag anwenden) zu können, ſetzt man für ein ſolches Jahr die Epoche eben auf den 1ſten Januar (um 1 Tag ſpäter, um den entſprechenden Betrag m größer), d. h. = E + m, wonächſt man dann am 1ſten März auch dieſes Schaltjahres nur die 60 m der Tafel zu addiren hat, und damit die entſprechende richtige mittlere Sonnenlänge = E + m + 60 m = E + 61 m, wie ſeyn ſoll, erhält.

Aus der ſolchergeſtalt beſtimmten jederzeitigen mittleren Länge der Sonne ſoll aber ſodann, als das in dieſer Art ſchon oben bezeichnete eigentliche Ziel der Tafel-Anwendung,* die wahre Länge abgeleitet werden. Dieß geſchieht zunächſt durch die vermittelnde Beziehung auf die Anomalie (vergl. d. A.), d. h. alſo auf die Diſtanz der Sonne vom Apogäum, welche Diſtanz erſt auch nur ihrem mittleren Werthe nach gegeben iſt, durch Hinzurechnung der Gleichung der Bahn aber, gemäß der im letzteren Artikel dazu ertheilten Anweiſung, in die wahre Anomalie** verwandelt wird, und woraus ſodann (Epoche, S. 335) die verlangte „wahre Länge“ folgt. Dieſer Gleichung der Son-

* Denn in der That, was bezweckt man eigentlich mit dieſer ganzen Anwendung der Sonnentafeln? Die Beſtimmung des jederzeitigen wirklichen Himmelsortes der Sonne, und zwar wie wir ihn verlangen, nach gerader Aufſteigung und Abweichung, und wie beide eben aus der Länge (mit bloßer Zuziehung der Schiefe der Ekliptik) folgen.

** Ich muß jedoch hier für gelehrtere Leſer erſt noch eine Bemerkung einſchieben. Dieſelben finden nämlich unter dem, alſo in Betracht kommenden „Apogäum“ beim 1ſten Januar der Tafel eine 0, und beim 31ſten December ohne weitere Erklärung eine 65,5. — Wie kann es damit zuſammenhangen?

Der Nachtgleichen- (der Frühlings-) Punct, von welchem wir bei allen obigen Beſtimmungen, als Anfangszählpunct, auszugehen gezwungen geweſen ſind, hat (vergl. Vorrücken der Nachtgleichen) bekanntlich eine jährliche rückgängige, eine weſtliche Bewegung von 50,5, demgemäß er ſich alſo in dieſer weſtlichen Richtung auch vom Apogäum jährlich ſucceſſiv um ſo viel entfernt. Bei Betrachtung der tropiſchen Revolution der Sonne wird aber davon abgeſehen; man thut vielmehr, indem man (vergl. die vorausgehende Anmerk.) der Sonne vom Frühlingspuncte bis wieder zu demſelben eine Bewegung von vollen 360° beimißt, ſo, als wenn jener Punct unbeweglich wäre, und legt ſeine weſtliche Bewegung der jährlichen 50″,5 gegentheils dem Apogäum in öſtlicher Richtung bei. Damit verbindet ſich aber ſodann ferner das wirkliche Vorrücken der Apſidenlinie (ſ. d. Art.) der Sonne von 15″ jährlich in derſelben öſtlichen Richtung, welchen vereinten Umſtänden zu Folge das Apogäum alſo ſeinen öſtlichen Abſtand von dem, ſomit als unbeweglich angenommenen Frühlings-Aequinoctialpuncte jährlich allmälig um (50,5 + 15) 65″,5 vergrößert, dergeſtalt, daß dieſe Diſtanz, wenn ſie am 1ſten Januar d + 0 geweſen iſt, bis zum 31ſten December auf die angegebenen d + 65″ anwächſt, womit ſich natürlich die Anomalien der Sonne ändern; — und dieß iſt alſo die Bedeutung der, in den Sonnen-„Tafeln“ unter Apogäum beim 1ſten Januar und 31ſten Decbr., reſp. mit 0 und 65,5 ſtehenden Zahlen, wovon ich den Sinn hier erklären ſollte, eine Erklärung, welche, wenn man ſie

nenbahn mit ihrem „Argumente der mittleren Anomalie“ ist daher die vorläufig schon oben erwähnte besondere (Sonnen-) Tafel gewidmet.

Die ferner folgenden „Sonnentafeln“ sodann beziehen sich auf die durch das Wanken der Erdaxe (vergl. d. Art.) im Vorrücken der Nachtgleichen und also in dessen eben nachgewiesenem Einflusse auf den Sonnenort vorgehenden periodischen Veränderungen, und auf die Perturbationen, wovon ich im letzteren Artikel, S. 305, ein hinreichendes Beispiel gegeben habe, so daß ich im Umfange und Plane meines Werkes nunmehr über „Sonnentafeln“ Nichts weiter hinzuzufügen habe, und auf die sich unmittelbar an dieselben anschließenden

5) Mondtafeln*

übergehen kann, hinsichtlich welcher ich aber einleitend sogleich bemerke, daß davon im Allgemeinen schon im Artikel Mondungleichheiten die Rede gewesen ist, wo auch die neuesten dießfallsigen Arbeiten namhaft gemacht sind. Hier beschränke ich mich dagegen auf eine gedrängte Beschreibung und eventuelle Erläuterung der zwar älteren, aber vortrefflichen Mondtafeln des großen deutschen Astronomen Tobias Mayer, deren Geschichte ich bereits in Länge zur See, S. 26, gegeben habe. Nur verwahre ich mich, nichts Erschöpfendes darbieten zu können; der Lauf des Mondes ist aus den, im citirten Artikel Mondungleichheiten auseinander gesetzten Gründen unendlich verwickelt, und ich darf mich also auf Weiteres als eine bloße Andeutung der Hauptmomente durchaus nicht einlassen.

Die erste dieser Tafeln bezieht sich abermals auf die Epochen der mittleren Länge des Mondes und seines Apogäums (dessen Bewegung jedoch, wie wir aus dem Art. Erdferne, S. 375, wissen, ungemein viel schneller als bei der Sonne erfolgt), zugleich aber auch der Knoten (vgl. d. Art. S. 921), von denen in den Tafeln der Sonne, da sich letzteres Gestirn in der Ekliptik selbst bewegt und also keine Knoten hat, auch keine Rede hat seyn können. Diese „Epochen“ sind bis auf unsere Zeit herab für den Anfang jedes Jahres, und zwar aus den vorn entwickelten Gründen, für ein Gemeinjahr auf den (mittleren Mittag eines bestimmten Meridians des) vorangehenden 31sten Decbr., für ein Schaltjahr aber auf den 1sten Januar angesetzt; — und ihrer Tafel folgt die Tafel der mittleren Bewegungen selbst für jeden Tag eines ganzen Jahres, so daß man also, wieder wie vorn, z. B. die Epoche für 1799, wie sie hier mit 6 Z. 26° 15′ 43″ angesetzt ist, nur jene ganzjährige mittlere Bewegung (natürlich nach Unterdrückung der Vollkreise) mit . 4 „ 9° 23′ 5″,5 hinzurechnen darf, um die Epoche für 1800 11 Z. 5° 38′ 49″,

worüber ich ein eigenes rechnendes Beispiel, der Weitläuftigkeit wegen, nicht beibringen kann.

behörig durchdenkt, zugleich noch in mancher andern ähnlichen Beziehung nützlich werden kann.

* „Mondtafeln“ — um den Begriff gerade in Bezug auf dieses Gestirn nochmals bestens zu präcisiren — sind also Tafeln, in welchen man zunächst den immer leicht berechenbaren, jedesmaligen mittlern Mondort (den Ort, wo sich der Mond, wenn er einen regelmäßigen Lauf befolgte, am Himmel zeigen würde), hierauf aber die Gesammtheit derjenigen Correctionen angegeben findet, welche aus der Unregelmäßigkeit des Mondlaufes entspringen, und deßhalb erst auf jenen „mittleren“ Ort angewendet werden müssen, um daraus den wahren (den wirklichen Himmels-) Ort des Mondes, wo sich dieses Gestirn in der That zeigt, entweder nach Länge und Breite, oder nach gerader Aufsteigung und Abweichung, oder aber (vergl. Länge zur See, S. 22) nach dem Abstande dieses Gestirns von andern Gestirnen (von Fixsternen, von der Sonne u. s. w.) abzuleiten. — Diese Definition wird die Sache auch für ungeübtere Leser ganz klar machen, namentlich aber dazu dienen, wenigstens einen allgemeinen Begriff von der Anwendung der Mondtafeln zu geben,

also für den Anfang des laufenden Jahrhunderts zu haben. Hiermit verbinden sich in unmittelbarem Anschlusse die Tafeln für die Ungleichheiten des Mondlaufes in der Länge, von denen ich nur diejenige aushebe, welche sich auf die Evection (vergl. d. Art.) bezieht, indem sie die zwei Argumente: des doppelten Abstandes des Mondes von der Sonne und der mittleren Mond-Anomalie, voraussetzt, und demnach als das Eingangs versprochene Beispiel einer „Tafel mit doppeltem Eingange" (à double entrée) dienen kann. — Die, die Breite des Mondes und deren Ungleichheiten betreffenden Tafeln sodann bilden den Beschluß dieser Kategorie; — und schon der somit gegebene bloße Abriß, über welchen ich, bevorwortetermaßen, nicht hinausgehe, wird die ganze Schwierigkeit der Mondtheorie und ihres Tafelausdruckes, gleichwie die Nothwendigkeit meines Ablehnens tieferer Erörterungen nochmals in das behörige Licht setzen, daher ich die Betrachtung der Mondtafeln hiermit beende.

Für die nunmehr folgenden

6) Planetentafeln

ferner kann ich mich aber auf den schon erwähnten besondern Artikel beziehen, wo ich, den Umständen gemäß, zugleich eine Elementen- (als Stamm-) Tafel selbst, und ein als Modell auch auf andere Fälle anwendbares figurirtes Beispiel des Tafelgebrauches und der Berechnung beigebracht habe, und welche Tafel also auch den Planeten Erde einschließt, und solchergestalt die voraufgehenden Tafeln der Sonne ergänzt, indem, wie schon gesagt und wie ich aber auch wohl kaum erst nochmals hervorzuheben brauche, alles vom eingebildeten (bloß scheinbaren) Laufe der Sonne Gesagte natürlich eigentlich und lediglich von dem sie, gleich den übrigen Planeten, umkreisenden und ihr nur immer diametral gegenüberstehenden Planeten Erde gilt.

In ähnlicher Art wird das Vorgetragene bei eigener Vergleichung zur Verständniß der nun unter Nummer 7) und 8) auftretenden

Tafeln der Jupiters- und Saturns-Trabanten

hinreichen, über welche ich daher in ein weiteres Detail auch nicht eingehe, und nur zugleich die Einsicht des mit darauf bezüglichen ausführlichen Artikels Nebenplaneten empfehle, wo auch die neueren dießfallsigen Arbeiten aufgeführt sind.

Den Beschluß endlich machen

9) mannigfache Hülfstafeln,

von welchen ich schon Eingangs die Tafeln der Aberration und Refraction hervorgehoben habe, denen aber die neuere Astronomie noch eine Menge anderer Zusammenstellungen, z. B. der Längen gemessener Grade der Mittagskreise (vgl. Erde, S. 558), der Längen des Secundenpendels unter verschiedenen Breiten (s. Pendel, S. 287) u. s. w. u. s. w. hinzufügt, worüber die citirten Artikel das Nähere enthalten. In weitester Ausdehnung müßte ich freilich sogar der trigonometrischen und Logarithmen-Tafeln erwähnen, welche ziemlich aller und jeder astronomischen Rechnung zu Grunde liegen, die sich aber auch ohnehin schon in den Händen meiner Leser befinden.

Ausführlichere Anweisung zum Gebrauche dieser Tafeln enthalten zugleich die Sammlungen der letzteren selbst, besonders die hier vorzugsweise benützte Berliner Sammlung; eben so verbindet Lalande mit den Tafeln, die er zu Schlusse des 1sten Bandes seiner „Astronomie" beibringt, dergleichen Gebrauchs-Anweisungen, welche mit aller, diesen Schriftsteller auszeichnenden, schönen Klarheit verfaßt sind; — und außerdem ertheilen Littrow (der verewigte Wiener Astronom) in den „Vorlesungen über Astronomie." Wien. 1830. 2. B. gr. 8. II. 253 flgd., Encke (der Director der Berliner Sternwarte) im „Astronomischen Jahrbuche." Berlin. Alljährlich., der Bresl. Astronom v. Boguslawski im „Uranus" (Jahresübersicht der Himmelserscheinungen). Glogau. u. s. w. u. s. w. vortreffliche solche Gebrauchsanweisungen.

Mit diesen Literar-Notizen, denen ich einige mehrere, gleichwie die histori-

ſchen, ſchon im Laufe des Vortrages voraufgeſchickt habe, beende ich denn den gegenwärtigen Artikel über „aſtronomiſche Tafeln.“

Tag; Dies; *Jour*. Man nimmt dieſes Wort zunächſt in einer doppelten Bedeutung: einmal für die Dauer einer ſcheinbaren ganzen Umwälzung des Himmels (in welchem Bezuge die näheren Beſtimmungen gleich folgen); das andere mal, im Gegenſatze von Nacht, für die Zeit des Aufenthaltes der Sonne über dem Horizonte. In der erſten Bedeutung iſt es der aſtronomiſche Tag, welcher in ſeine 24 Stunden (= 1440 Minuten = 86400 Secunden) getheilt wird; in der zweiten der natürliche, wie geſagt, der Nacht entgegengeſetzte Tag, welcher (vergl. unten) eine ſehr ungleiche Dauer hat, und auch wiederum nicht mit dem bürgerlichen Tage, von dem ebenfalls gleich beſonders die Rede ſeyn wird, verwechſelt werden darf.

Unter „aſtronomiſcher Tag“ in der angedeuteten engeren Bezeichnung verſteht man eigentlich den Sterntag (ſ. Sternzeit): die Zeit der Rückkehr eines Fixſterns* in den Meridian, d. h. einer vollen Axendrehung der Erdkugel. Dieſer „Sterntag“ hat, wie im citirten Artikel Sternzeit ausführlich gezeigt wird, eine vollkommen unveränderliche Dauer; ein „Sterntag“ iſt und war (vergl. Aufſteigung, gerade, S. 85) ſchon in den älteſten Zeiten aſtronomiſcher Beobachtung vollkommen ſo lang, als der andere. Und eben ſo muß dem, ſodann in weiterer Bedeutung auch als „aſtronomiſcher Tag“ zu bezeichnenden mittleren Sonnentage (ſ. Sonnenzeit), d. h. der Himmels-Umwälzung in Bezug auf eine ſolche „mittlere“ Sonne, abſolute Unveränderlichkeit beigelegt werden, indem ſich derſelbe vom Sterntage um die conſtante Größe von 3 Minuten 56,3 Secunden Sternzeit unterſcheidet (indem jedweder „mittlere Sonnentag“ eben ſo ſtets 24 St. 3′ 56″,3 Sternzeit wie jedweder Sterntag gerade nur 24 Stunden ſolcher Zeit hält). Die wahren Sonnentage dagegen, als in jener weiteren Bedeutung, drittens und letztlich, ebenfalls „aſtronomiſche“ Tage, ſind untereinander von ungleicher Dauer; ein ſolcher wahrer Sonnentag unterſcheidet ſich in der Dauer von dem als unveränderlich nachgewieſenen mittleren Sonnentage bald um mehr, bald um weniger; und dieſer Unterſchied kann im Maximum bis auf ± 30 Secunden (mittlerer Sonnenzeit) ſteigen.*

* Ich unterſtreiche das Wort „Fixſtern“ da oben, weil man im ſtrengſten Sinne von dieſem „Sterntage“ noch den Tag der erſten Bewegung: der Rückkehr der Nachtgleichen (des Frühlingspunctes) in den Meridian unterſcheidet, welche (ſ. Vorrücken der Nachtgleichen) die bekannte eigene Bewegung unter den Fixſternen haben, demzufolge ſie den Meridian etwas früher wieder erreichen (der zufolge dieſer „Tag der erſten Bewegung“ etwas kürzer als der Sterntag ausfällt). — Die Praxis bemerkt dieſen Unterſchied, deſſen Unmerklichkeit auch im citirten Art. Sternzeit nachgewieſen wird, gar nicht; unter dem theoretiſchen Geſichtspuncte mußte ich ihn hier aber hervorheben.

* Ich bitte Leſer, welche dieſe Unterſuchung noch weiter verfolgen wollen, um Vergleichung des Art. Gleichung der Zeit, S. 660.

Solche Leſer könnten auch noch fragen, ob wahre Sonnentage, deren Verſchiedenheit an Dauer oben ohne Einſchränkung behauptet wird, zuweilen nicht auch unter ſich gleich lang ſeyn könnten? Dieß würde (dem citirten Art. S. 657 gemäß) der Fall ſeyn, wenn die an dieſen Tagen von der Sonne in der Ekliptik durchlaufenen, auf den Aequator reducirten Bögen gleich groß ausfallen, welcher Fall, wie die Betrachtung und Verſinnlichung des Vorganges bald zeigt, z. B. kurz vor und nach dem Sommerſolſtitium (21. Juni) eintritt. In der That dauert aber der wahre Sonnentag des 20ſten auf den 21ſten Juni:

von $0^h\ 1'\ 5'',78$ bis $24^h\ 1'\ 18'',09$ } mittlerer Zeit,

alſo $24^h\ „\ 13'',08$,

Den Anfang des Tages setzen die Astronomen* in den Mittag, nämlich in den Augenblick, zu welchem, je nachdem sie sich nur auf wahre oder mittlere Sonnenzeit beziehen wollen, der Mittelpunct der wahren oder mittleren Sonne culminirt (d. h. im letzteren Falle in den Augenblick, zu dem die nach mittlerer „Sonnenzeit" gehende astronomische Uhr Mittag oder 0 zeigt), und zählen von da an bis zur nächsten Culmination in ununterbrochener Folge 24 Stunden (welche also im ersteren Falle wahre, im letzteren aber mittlere Sonnenstunden sind).

Der bürgerliche (schon oben vom „natürlichen" unterschiedene) Tag dagegen wird, wenigstens bei den Europäischen Völkern (nur in Italien kommt, wie man weiß, noch ein Zählen vom Untergange der Sonne an vor), von Mitternacht angefangen. In dieser Art haben ihn (Plin. H. N. II. 77) schon die Römischen Priester gerechnet, und die gewöhnliche Meinung, daß die Christliche Kirche bei der Annahme dieser Anfangszeit auf die nächtliche Geburt Christi Rücksicht genommen habe, ist also nicht wahrscheinlich. Diese „bürgerliche" Rechnung zählt bekanntlich die Stunden von Mitternacht bis 12 Mittags, und fängt mit dem Mittage für den Nachmittag eine neue 12stündige Reihe an. Daher treffen, wie ich schon in mehreren Artikeln unseres Werkes, namentlich in Mittag S. 125, hervorgehoben habe, diese letzteren Stunden mit den obigen astronomischen zusammen, wogegen die respectiven Vormittagsstunden um 12 auseinander sind; wenn z. B. die bürgerliche Zeitrechnung den achtzehnten Juli früh gerade voll 9 Uhr zählt, so hat die astronomische Rechnung eben erst die (12 + 9 =) 21ste Stunde des siebenzehnten Juli vollendet.

Der „natürliche" Tag, auf welchen ich hier zurückkommen wollte, ist, wie gesagt, die Zeit des Aufenthaltes der Sonne über dem Horizonte, d. h. die Zeit zwischen ihrem Aufgange und dem folgenden Untergange, und daher nach dem jedesmaligen Stande der Sonne (nach ihrer Abweichung) und der geographischen Breite (Polhöhe) des Beobachters sehr verschieden. Man hat nämlich aus Ascensionaldifferenz

die halbe Taglänge in wahrer Sonnenzeit = 90° + Ascensionaldifferenz in Sternzeit,

und da wir die bürgerlichen Stunden, angeführtermaßen, vom Mittage ab aufs neue zu zählen anfangen, so gibt diese halbe Taglänge zugleich die Stunde des Unterganges.

Unter dem Aequator selbst („Sphaera recta"*), wo die Polhöhe und (vergl. die Formel l. c.) mithin auch die Ascensionaldifferenz = 0 sind, ist die halbe Taglänge jederzeit 6 Stunden, und die „natürlichen" Tage sind daselbst also stets 12 Stunden lang.

Zwischen dem Aequator und den Polen („Sphaera obliqua") dagegen ist die Taglänge veränderlich. Zweimal im Jahre, an den Nachtgleichen, dem 21sten März und 23sten September, da die Sonne im Aequator steht und ihre Abweichung und (vergl. wieder die Formel l. c.) demnach zugleich ihre Ascensionaldifferenz = 0 ist, wird die Länge des Tages auch für diese „Sphäre" = 12 Stunden. So lange die Sonne eine nördliche Abweichung hat, ist die Ascensionaldifferenz für Orte in der nördlichen Halbkugel positiv, und der Tag also länger als 12 Stunden; für Orte der südlichen Halbkugel, wo die Polhöhe südlich, d. h. negativ ist, wird alsdann die Ascensionaldifferenz auch negativ, und der Tag kürzer als 12 Stunden (die bloße Versinnlichung des Vorganges mit Bezug auf die nörd-

und des 21sten auf den 22sten Juni:

von $0^h\ 1'\ 18'',87$ | solcher Zeit,
bis $24^h\ 1'\ 31'',95$ |

also $24^h\ 13'',08$,

demnach der Unterschied der Dauer dieser beiden successiven wahren Sonnentage, wie man sieht, nur 0″,01 beträgt. — Auf der vorangehenden Seite muß es, statt 09, 87, und statt 08, 09 heißen. Ich nehme die numerischen Angaben aus Encke's „Jahrb." für 1846.

* Näheres an einem rechnenden Beispiele S. 327 dieses II. Bandes unseres „Wörterb."

* S. d. Art. Sphäre.

liche Halbkugel zeigt dieß Alles auch ohne Formel). Umgekehrt (wie man eben so leicht einsieht) fallen die Erscheinungen aus, wenn die Abweichung südlich ist; alsdann haben die Nordländer kürzere, die Südländer längere Tage.

Die längsten und kürzesten Tage treffen in die Zeiten der Sonnenwenden,* den 21sten Juni und den 21sten December, wo die Abweichung ein Größtes und der Schiefe der Ekliptik gleich wird. Alsdann ist sin Asc.-Diff. = tang 23° 28′ 8″ ** . tang Polhöhe; und es dauert danach (s. nochmals Ascensionaldifferenz) für Leipzig der längste Tag (21sten Juni) 16ʰ 22′ 45″ 20‴, der kürzeste (21sten Decbr.) 7ʰ 37′ 14″ 40‴ ***.

Unter den Polarkreisen, wo die Polhöhe das Complement der Schiefe der Ekliptik wird,† ist für jene Tage der Sonnenwenden sin Asc.-Diff. = tang Schiefe . cot . Schiefe = 1, mithin die Asc.-Diff. = 90°, und der längste Tag = 24 Stunden, der kürzeste = 0. Das heißt: diesen Orten dauert der Tag Einmal im Jahre volle 24 Stunden, die Sonne geht ihnen dann gar nicht unter; und eben so haben sie Eine eben so lange Nacht, die Sonne geht ihnen dann binnen 24 Stunden gar nicht auf (nämlich im streng mathematischen Sinne, und namentlich abgesehen von der Strahlenbrechung, vergl. d. A. und gleich unten). Für die Orte der kalten Zonen (innerhalb der Polarkreise) dauert der beständige Tag desto länger, je näher sie den Polen liegen. Dieser Tag fängt einem jeden solchen Orte an, wenn die Abweichung der Sonne dem Complemente seiner Polhöhe gleich wird, und dauert über die Sonnenwende hinaus (nach der Sonnenwende fort), bis die nun abnehmende Abweichung wieder dieselbe Größe (Tagesgränze) erreicht hat (wie sich alles dieses auch im schon citirten Art. Nacht mit noch andern verdeutlichenden Worten auseinander gesetzt findet). Einem Orte, der z. B. 70° nördliche* Breite (Polhöhe) hat, fängt dieser „beständige" Tag (das gänzliche Verbleiben der Sonne über dem Horizonte, denn ein Wechsel von Tag und Nacht hat schon früher Statt) dann an, wenn die Sonne (90 — 70 =) 20° nördliche Abweichung bekommt (20sten Mai), und dauert über den 21sten Juni hinaus, bis sie beim Niedersteigen (nach der Sommersonnenwende) wieder dieselbe nördliche Abweichung erreicht (19ten Juli).**

* Man könnte auf diese Veranlassung noch fragen, weßhalb sich, wie meine Leser beobachtet haben werden, die Taglängen um die Sonnenwenden eine Zeit lang so wenig, um die Nachtgleichen dagegen so viel ändern? — In der ersteren beträgt die entsprechende Veränderung der Abweichung der Sonne in 24 Stunden kaum einige Secunden, in den letzteren über 1/3 Grad.

** Ich nehme die Angabe nach einer früheren Notiz; die Schiefe der Ekliptik hat (vergl. d. A.) seitdem um eine Anzahl Secunden abgenommen.

*** Beide Beträge machen, wie man sieht, zusammen genau 24 Stunden aus. Warum? — Weil Tag und Nacht zusammen immer = 24 Stunden sind, der längste Tag der Nordhalbkugel, dem Vorgetragenen gemäß, aber eben so durch die größte nördliche, wie die, also gleich lange, längste Nacht (s. d. A.) durch die gleich große, größte südliche Abweichung bedingt ist.

† Die Polarkreise (vergl. d. A.) stehen vom Aequator um 66 1/2° ab, d. h. ihre geographische Breite („Polhöhe") beträgt 66 1/2°, davon das Complement = 23 1/2° = der „Schiefe der Ekliptik."

* Nämlich für die nördliche Halbkugel die nördliche, für die südliche die südliche Abweichung. Man macht sich die Sache am sinnlichsten, wenn man gleich die Pole selbst nimmt, deren Polhöhe also = 90°, davon das Complement = 0, und deren „beständiger" Tag mit dem Eintritte der Sonne in den Aequator anhebt, wo demnach die Abweichung auch = 0.

** Geben wir zur Versinnlichung wieder wie eben, und zwar gleich vom Nordpol aus. Dort ist der Horizont der Aequator selbst, in welchen die Sonne am 21sten März tritt, womit der 6monatliche Nordpolartag anhebt. 20° davon, unter dem in Rede stehenden 70sten Grade

Endlich fängt unter den Polen selbst („Sphaera parallela"), wo die Polhöhe, angegebenermaßen, = 90°, der „beständige" Tag (man hat dort keinen andern) schon mit der Abweichung = 0, d. h. mit der Nachtgleiche an, und endiget erst mit der folgenden Nachtgleiche. Derselbe dauert also ein völliges Halbjahr, für den Nordpol vom 21sten März bis 23sten September, für den Südpol vom 23sten September bis 21sten März. Und es ist demnach, wie man sich bei näherer Prüfung des in diesem Artikel Vorgetragenen nunmehr überzeugen wird, überall auf der ganzen Erdkugel und im eigentlichsten Verstande ein halbes Jahr lang Tag und eben so lange auch wieder Nacht; unter dem Aequator haben wir Tag und Nacht immer gleich lang; zwischen dem Aequator und den Polen die Summe der Taglängen der Summe der Nachtlängen gleich, und unter den Polen endlich so eben die Tagdauer = ½ Jahre gefunden.

Dabei ist indeß, wie ich schon hervorgehoben habe und es jetzt nochmals bevorworte, von allen denjenigen Nebenumständen abgesehen, welche die Dauer der natürlichen Tage modificiren. Denn theils die scheinbare Größe der Sonnenscheibe, auf deren bloßen Mittelpunct sich der obige Calcül bezieht, und in deren Gemäßheit der obere Rand eher auf und später untergeht, theils die astronomische Strahlenbrechung, welche (vgl. d. A.) das Bild der Sonne noch ganz über dem Horizonte erhält, wenn gleich die Scheibe schon unter denselben hinab gesunken ist (noch den unteren Rand im Horizonte zeigt, wenn sich, der Wirklichkeit gemäß, bereits der obere in demselben befindet), verlängern den natürlichen Tag. Der letztere Einfluß auf unsern längsten Tag beträgt, wie ich im citirten Art. Strahlenbrechung nachgewiesen habe,

8′/2 Minuten;

der erstere kann in der ebenfalls dort gezeigten Weise zu halb so viel . 4′/4 „ berechnet werden, demgemäß die Dauer des längsten Tages bei uns durch beide Ursachen zusammen noch um . . . . . 12¾ Minuten vergrößert wird.

Dieß dürften etwann die wichtigsten, in Absicht auf den Erdentag zu machenden Anführungen seyn; ich bemerke nur noch, daß ich mich über die, unsern (Wochen-) Tagen beigelegten Namen: „Sonntag," „Montag" u. s. w. im besondern Art. Woche auslassen werde, wohin mir diese Erörterung paßlicher zu gehören scheint.

Was dagegen die Tage der übrigen Planeten (vom Tage der Sonne ist im Art. Sonnenflecke, S. 445, und vom Tage des Mondes in Mond, S. 152, die Rede gewesen) betrifft, so kann es sich dabei natürlich nur um ihren „Sterntag," d. h. also um die Dauer ihrer Rotation handeln, worüber sich speciell jeder Planeten-Einzel-Artikel, im Allgemeinen aber der Collectiv-Artikel Planeten verbreitet, in welchem S. 319 nachgewiesen ist, daß die Axendrehung, der „Tag," der vier kleineren Planeten: Mercur, Venus, (Erde) und Mars, übereinstimmend, nahe 24 Stunden, der drei größeren Planeten: Jupiter, Saturn und Uranus (vom Neptun hat dieß noch nicht ermittelt werden können) aber, in eben so naher Uebereinstimmung, etwann 10 unserer Stunden dauert. — Mit dieser betreffenden Hinweisung auf die genannten Artikel beschließe ich denn den gegenwärtigen Vortrag über „Tag."

nördlicher Breite, macht der entsprechende Horizont also mit dem Aequator einen gleich großen Winkel von 20°, und diesen Horizont muß der Tagkreis der Sonne (ihr Parallel) nordwärts tangiren, d. h. sie muß auch 20° nördlicher Abweichung erreichen, welches den 20sten Mai erfolgt, um nun beim Höhersteigen bis zur Sonnenwende (21sten Juni) und beim nachherigen Wiederhinabsinken bis zur selbigen Abweichungsgränze (19ten Juli) ganz über diesem Horizonte bleiben zu können. — Der Wechsel von Tag und Nacht dagegen tritt für diese Breite schon am 20sten Januar ein, wo die Sonne nach dem Wintersolstitium 20° südlicher Abweichung hat.

Tagbogen; Arcus diurnus; *Arc diurne*. Wenn der Tagkreis (siehe und vergleiche den gleich folgenden Artikel) NSMT (Fig. 5 der Tafel XXI) eines Gestirns vom Horizonte HSRT in S und T durchschnitten wird, so heißt der über dem Horizonte liegende Theil * SMT des Gestirns „Tagbogen," gleichwie man den andern, unter den Horizont fallenden Theil TNS den Nachtbogen (Arcus nocturnus; *Arc nocturne*) nennen könnte. Der Meridian HMPQpH theilt beide Bögen in gleiche Hälften, ** daher SM = MT der halbe „Tagbogen" (Arcus semidiurnus; *Arc semidiurne*) ist.

Der Bogen des Aequators AD, welcher mit SM zwischen denselben Abweichungskreisen PMA und PSD enthalten ist, hat eben so viel Grade, Minuten u. s. w., als dieser Bogen SM selbst, und ist ihm also ähnlich; und daher heißt auch AD der halbe Tagbogen desjenigen Gestirns, dem der Tagkreis NSMT zugehört. Schon beim Worte Ascensionaldifferenz findet man aber, daß AD = AO + OD = 90° + Ascens.-Differenz, und daß das Doppelte AD in Zeit verwandelt, die Dauer der Sichtbarkeit des Gestirns gibt, und man übersieht hieraus leicht, daß für Gestirne, welche im Aequator selbst stehen, der Tagbogen ein Halbkreis, für die in der nördlichen Halbkugel befindlichen aber, mit Bezug auf einen Beobachter in eben derselben, größer, und für die südlichen (deren Ascensional-Differenz negativ) kleiner als der Halbkreis ist.

Wenn die nördliche Abweichung des Gestirns = QR = dem Complemente der Polhöhe PR wird, so ist die Ascensionaldifferenz = 90°, also AD = 180°, und der Tagbogen verwandelt sich in einen Ganzkreis; es fällt nämlich dann der Tagkreis RK des Gestirns ganz über den Horizont, und dasselbe geht gar nicht unter. Immer mehr gilt dieß von solchen Gestirnen (Fixsternen), welche dem Pole noch näher stehen, d. h. deren nördliche Abweichung noch größer, als das Complement der Polhöhe (geographische Breite) * ausfällt.

Ist hingegen die südliche Abweichung des Gestirns = AH oder noch größer, d. h. kommt diese Abweichung der Aequatorshöhe (dem Complemente der Polhöhe) des Beobachters gleich oder übertrifft sie dieselbe, so fällt der ganze Tagkreis,

* „Theil," nicht „Hälfte," indem (vergl. die folgende Anmerk.) die Halbirung, wie ich zur Versinnlichung alsbald hervorhebe, bloß für „Sphaera *recta*" Statt hat. — Wenn man sich nur dieß recht vorstellig macht, so kann man die ganze Figur, welche ohnedieß nicht viel nützt, gleich entbehren.

** Man muß diese genaue „Halbirung" durch den Meridian, nicht mit der obigen bloßen „Theilung" durch den Horizont verwechseln, woraus (vergl. die voraufgehende Anmerk.), wie gesagt, nur für „Sphaera *recta*" auch gleich „Halbirung" wird. Ferner kann, wie ich, um einer andern Einwendung gelehrterer Leser zu begegnen, ebenfalls gleich bevorworte, die vollkommene Gleichheit der vormittägigen und nachmittägigen Hälfte des „Tagbogens" (seine genaue „Halbirung" durch den Meridian) nur von solchen Gestirnen (Fixsternen) behauptet werden, welche ihre Abweichung vom Auf- bis zum Untergange schlechterdings nicht ändern. Die Sonne dagegen z. B. gebraucht in unsern Breiten zur Zeit des Frühlingsäquinoctiums fast 1 Zeitminute mehr, um vom Meridian zum Westhorizonte, als vom Osthorizonte zum Meridian zu gelangen; wegen der dann abnehmenden südlichen Abweichung ist die nachmittägige Hälfte des Tagbogens dann um 15 Bogenminuten (als so viel auf jene 1 Zeitminute kommen) größer als die vormittägige.

* Der Beobachtungsort habe z. B. 50° nördlicher Breite (Polhöhe), so macht sein Horizont mit dem Aequator einen Winkel von 40° (dieses Beobachters Aequatorshöhe, Complement der Polhöhe, beträgt 90 — 50 = 40°); der nördliche Horizontrand steht demzufolge vom Aequator 40° ab; und wenn ein Fixstern (andere Gestirne erreichen keine so große Abweichung) also eine nördliche Abweichung gerade von den obigen 40° oder von mehr als 40° hat, so bleibt er immer über diesem Horizonte.

wie HJ, unter den Horizont; und in diesem Falle geht das Gestirn für die nördliche Halbkugel gar nicht auf.

Tagkreise; Circuli diurni; *Cercles diurnes*. So nennt man alle mit dem Aequator parallele Kreise der Himmelskugel (s. Parallelkreise). Durch jeden Punct der Himmelskugel oder durch jedes Gestirn S (dieselbe Figur 5 der Tafel XXI) kann ein solcher Kreis, wie NSMT, gezogen werden. Und da die 24stündige Umwälzung der Himmelskugel nach einer dem Aequator parallelen Richtung erfolgt, so ist jener Kreis eben derjenige, in welchem das Gestirn S durch die „gemeine" Himmelsbewegung täglich Einmal herumgeführt wird, daher man selbigem Kreise eben den Namen des „Tagkreises" des Gestirns beilegt.

Manche Tagkreise, wie NSMT, werden von dem Horizonte HR des Beobachters durchschnitten und solchergestalt in einen Tagbogen (vgl. d. A.) und einen Nachtbogen getheilt; andere, wie RK, fallen ganz über oder, wie HJ, ganz unter den Horizont (wir sehen z. B. die Sonne Morgens in den Horizont treten und den Tagbogen ihres Tagkreises bis zum Abend hin über demselben beschreiben, indeß ihr Nachtbogen unter denselben fällt; die Tagkreise der „nördlichen" Circumpolarsterne (vergl. d. A.) fallen dagegen für uns ganz über, und der „südlichen" ganz unter unsern Horizont). Der Mittagskreis HMPQpH schneidet jeden Tagkreis zweimal senkrecht, einmal an seiner höchsten, das anderemal an seiner niedrigsten Stelle, z. B. den Tagkreis NSMT in M und N, so daß sich beide Durchschnittspuncte im Tagkreise selbst einander gerade (den Durchmesser dieses Kreises zwischen sich habend) gegenüber stehen. Daher geht jedes Gestirn täglich zweimal durch den Meridian („obere" und „untere" Culmination, s. d. Art. S. 211); beide Durchgänge sind aber natürlich nur sichtbar, wenn der ganze Tagkreis über dem Horizonte liegt, wie namentlich bei den eben erwähnten „Circumpolarsternen."

Man kann die Tag- (Parallel-) Kreise, gleich allen übrigen Kreisen, in Grade, Minuten, Secunden theilen; da sie aber kleinere Kreise der Sphäre sind, so finden sich auch diese ihre Grade kleiner, als die Grade des größten Kreises, nämlich des Aequators, auf den sie (die „Parallelkreise) sich beziehen. Es springt in die Augen, daß hierbei eben das Verhältniß Statt findet, welches für die Parallelkreise (S. 267) der Erdkugel angegeben ist, nur daß man am Himmel Dasjenige Abweichung (S. 21) nennt, was auf der Erde (in der Geographie) Breite heißt, nämlich der Abstand AM = QN vom Aequator. Mithin ist:

Grad des Tagkreises = Grad des Aequators . cos Abweichung;

für ein Gestirn von 60° Abweichung z. B. ist ein Grad seines Tagkreises (linear) nur (cos 60° = sin 30° = ½) halb so groß, als ein Grad des Aequators.

Nun durchläuft jedes Gestirn seinen ganzen Tagkreis in 24 Stunden (und zwar, abgesehen von der Eigenbewegung, wie wir, um einer Bedenklichkeit vorzubeugen, hier thun wollen, in 24 Sternstunden), also jede 15° desselben in 1 Stunde, jeden Grad in 4 Minuten, jede Minute in 4 Secunden „Sternzeit"; nach dem angegebenen Verhältnisse bringt man aber diese Grade u. s. w. auf Grade größter Kreise, indem man ihre Zahl durch den Cosinus der Abweichung des Gestirns (des Fixsterns) multiplicirt; — und also kann man sich der täglichen Bewegung (der „Tagkreise") auch noch zu dem Zwecke bedienen, kleine Größen am Himmel durch die Zeit auszumessen.

Um dieß an einem Beispiele zu zeigen, wolle man die (Bogen-) Größe des Durchmessers des Gesichtsfeldes eines Fernrohrs bestimmen, so richtet man dieses Fernrohr dergestalt auf einen Fixstern von z. B. den obigen 60° Abweichung, daß derselbe, indem das Fernrohr nun ferner unbewegt bleibt, jenen Durchmesser durchläuft, und finde, daß dieß in 4 Zeitminuten geschehe; — in 4 Minuten durchläuft dieser Stern aber 1 Grad, welcher 1°, reducirt auf den größten Kreis, wie der „Durchmesser" einem solchen entspricht (½ . 1° =) 30 Bogenminuten als die gesuchte Durch-

messergröße austrägt.* — Dieß ist der Geist desjenigen Verfahrens, kleinere Himmelsgrößen mit Bezug auf die Zeit des Durchganges durch das Gesichtsfeld des Fernrohres (d. h. also mit Bezug auf den „Tagkreis") zu bestimmen, wovon ich schon im Art. Mikrometer (Kleinmesser) S. 119 gehandelt habe, und welchen Artikel ich deßhalb hierbei zu vergleichen bitte.

Der Aequator läßt sich selbst als ein „Tagkreis," nämlich als der größte von ihnen allen, betrachten; derselbe gibt z. B. den Tagkreis der Sonne an den Nachtgleichentagen, des Mondes zu derjenigen Zeit ab, da dessen Abweichung = 0 ist u. s. w. Die Wendekreise (s. d. A.) ferner werden an den Tagen der Solstitien die Tagkreise der Sonne, und die Polarkreise (vergl. auch diesen Art.) endlich und schließlich sind die „Tagkreise" der Pole der Ekliptik.

Tangentialkraft, vergl. die beiden Artikel Centralbewegung und Centralkräfte, wo mehrfach von einer solchen, zur Erklärung des Umlaufes der Planeten um den Kraft- (Central-) Punct des Systems (d. h. also um die Sonne) postulirten Kraft die Rede ist, und welche man auch entstehen lassen kann aus Zerlegung der nach jenem Centralpuncte gerichteten (Central-) Kraft in eine auf die Bahn senkrechte (Normal-) und eine andere nach der Richtung der Bahn gehende („Tangential"-) Kraft. Das Weitere, wie gesagt, in den bezeichneten Artikeln.

Tautochronisch; Tautochrona; *Tautochrones*. So nennt man gewöhnlich Wirkungen, welche, wie z. B. die Schwingungen des Pendels, von denen dieß im vollkommensten Sinne des Wortes wenigstens der Fall seyn sollte, in gleich langen Zeiten erfolgen; und, also verstanden, habe ich das „Tautochronische" mit dem „Isochronischen" (vergl. den Art.) für gleichbedeutend erklärt.

In einem engeren Sinne aber (wenn gleich nicht etymologisch begründet) gebraucht man dieß Wort „Tautochronisch" besonders von solchen Himmelsereignissen, welche, wie z. B. die Verfinsterungen der Jupiterstrabanten (vgl. Finsternisse, S. 538), für alle Beobachter zu ein und demselben absoluten (physischen) Zeitmomente eintreten.

Tautochronische (oder „Isochronische") **Linien**, Linien von Einerlei Zeiten des Falles, werden (der im vorangehenden Artikel angegebenen gewöhnlichen Bedeutung von „Tautochronisch," als identisch mit „Isochronisch," gemäß) insbesondere solche Curven genannt, deren tiefsten Punct ein fallender Körper in gleich langen Zeiten erreicht, wie groß oder klein auch der dabei zu durchlaufende Bogen der Curve sey. Eine solche Linie ist z. B. die Cykloide, deren wir unter diesem Gesichtspuncte im Art. Pendel, S. 281, erwähnt haben.

Teleologie (von τελος, der Zweck); Teleologia; *Téléologie*. Die Lehre von der Zweckmäßigkeit in der Einrichtung der Welt, wo hier unter „Welt," und in unserem astronomischen Sinne, die Gesammtheit der Gestirne, namentlich der, unser specielles System bildenden Weltkörper: Planeten, Monde, Kometen, verstanden wird, und besonders der darauf gebauete Beweis für das Hervorgegangenseyn dieser Welt aus den Händen eines weisen und gütigen Schöpfers.

Bei der Untersuchung der Natur, wie ich alle meine Leser dazu geneigt und mehr oder weniger auch damit beschäftigt annehme, drängen sich uns nämlich gleichsam von selbst und allaugenblicklich Betrachtungen über die in die Augen springenden wohlthätigen Folgen der wirklichen Welt-Einrichtung auf; und es fällt unmöglich, den Zusammenhang zwischen dem, in diesem erhabenen Sinne erreichten Zwecke und den dazu in Anwendung gekommenen Mitteln einem blinden Ungefähr zuzuschreiben. Ueberall veroffenbart sich ein solcher weiser, auf Rücksichten namentlich für denkende und empfin-

* Man könnte fragen, warum hierbei nicht lieber gleich ein im Aequator selbst stehender Fixstern gewählt wird? Allein man will eben des Vortheiles der Anwendung eines jeden beliebigen Sterns genießen.

dende Wesen begründeter Plan; — und insbesondere ist es der Mensch, der Vernunft-begabte Bewohner aller, auch der verschiedensten Himmelskörper, welcher bei diesen Einrichtungen vorzugsweise berücksichtiget zu seyn scheint. Denn ich dehne den solchergestalt bezeichneten Begriff „Mensch" über die engen Schranken unseres Erdballs in die Unendlichkeit des Universums aus, postulire überall „Menschen," in höherem oder niederem Sinne, und weise dem Erdenmenschen nach seinem Austritte aus dem bestimmten planetarischen Leben zugleich eine nie abbrechende Folge vollkommener Gestirn-Existenzen* an, wodurch ich ihn in das All einbürgere.

Aus dieser Betrachtung des „Zweckmäßigen," und zwar also nicht bloß auf der kleinen Erde, sondern auf allen Weltkörpern, soweit die Betrachtung irgend reicht, zunächst aber auf den übrigen Gestirnen unseres Systems, in welchem wir überall nur Ordnung, Regelmäßigkeit, Fürsorge für Erhaltung des Ganzen** beobachten und an unzähligen Stellen unseres Werkes nachgewiesen haben, entnehmen wir nun den angedeuteten Beweis für das Entstehen der Schöpfung aus der Hand eines allweisen und allgütigen Schöpfers, welchen schon die Alten (Cic. „Tusc. Disput." I. 28, 29. und ferner „De nat. Deor." II. 37, 38.) als einen der stärksten ansahen; — und die Bildung dieses Beweises durch dergleichen Betrachtungen über die Zweckmäßigkeit der Welteinrichtung führt uns zur näheren Erkenntniß des Höchsten Wesens und reißt uns zu Seiner Bewunderung und demüthigen Verehrung hin (Quatenus ex philosophia naturali intelligere possumus, quaenam sit prima rerum Causa, et quam potestatem et jus Ea in nos habeat, et quae beneficia Ei accepta sint referenda; eatenus officium nostrum erga Eam, aeque ac erga nosmetipsos invicem, quid sit, per lumen Naturae innotescit." *Newtoni* „Optice." Lib. III. sub fine).

Der solchergestalt gebildete Beweis für das Daseyn und die Eigenschaften des Höchsten Wesens nun heißt, diesem seinem Ursprunge gemäß, gewöhnlich der „teleologische," oder besonders in der Beschränkung auf die uns zunächst zugängliche Erdnatur der physikoteleologische; bei der von uns gemachten Ausdehnung auf das Universum aber dürfen wir ihn den „astronomischen" nennen, und in dieser Ausdehnung und der darauf begründeten Benennung auch überhaupt die Berechtigung finden, den Artikel „Teleologie" vor unser Forum gezogen zu haben. — Weiter aber gehe ich auf die, eigentlich der Philosophie zugehörige Untersuchung in den mir gesteckten Gränzen auch nicht ein, und verweise Leser, welche Erschöpfenderes verlangen, vielmehr auf ein derselben ausdrücklich gewidmetes Werk: „Die Teleologie, oder Lehre von den Zwecken." Von Bornemann. Berlin. 1827. 8.

Teleskop, s. Fernrohr und Spiegelteleskop.

Tellurium; Tellurium; *Planétaire* (ich kenne nur diesen allgemeinen französischen Ausdruck, keinen bestimmteren). Ein Modell zur Versinnlichung der bei dem Jahresumlaufe des Planeten Erde um die Sonne eintretenden Erscheinungen.° Ich habe hierüber in weiterer Bedeutung schon unter dem Worte Planetarium gehandelt, indem sich ein solches „Planetarium" von dem hier in Rede stehenden „Tellurium" nur dadurch unterscheidet, daß letzteres, wie gesagt, auf den Einen Planeten Erde eingeschränkt ist, wogegen ersteres das ganze System darstellt. In dieser Be-

* „Still-Leben, oder: Ueber die Unsterblichkeit der Seele." Von Dr. Joseph Emil Nürnberger. 2te Aufl. Kempten, Dannheimer. 1842. 8., — welchem ganzen Werke diese erhabene Idee zu Grunde liegt.

** Man vergleiche vorzugsweise den, dem ersten Bande des gegenwärtigen Werkes unter der Aufschrift: „Ueber die Architectonik des Himmels" beigegebenen, bezüglichen Anhang.

° Man gibt der Erde zuweilen auch gleich den Mond bei, oder macht auch ein Modell bloß vom Mondlaufe um die Erde, welches man dann Lunarium nennt. — Ich bitte, dieß letztere Wort an seiner alphabetischen Stelle, wo es ausgelassen ist, nachzutragen.

ziehung ist der Mechanismus, wie man denselben früher anwendete, l. c. mit hinreichender Ausführlichkeit beschrieben.

Unter den verschiedenen Apparaten dagegen, welche man in neuern Zeiten ersonnen hat, um die Bewegung des Mondes um die Erde, und beider um die Sonne, so wie die davon abhängigen Erscheinungen, anschaulich zu machen, verdient das von dem Lehrer Meißner zu Alt-Landsberg construirte „Tellurium“ und „Lunarium“ eine besondere Empfehlung, weil es einfach und zweckmäßig eingerichtet, deutlich alle diejenigen Erscheinungen zeigt, welche an einem solchen Apparate nachgewiesen werden können, und dabei eine solche Größe besitzt (die Erdkugel hat 4½ Zoll Durchmesser), daß die Demonstrationen von jeder Stelle eines Schulzimmers deutlich zu sehen sind. Ist der Apparat gehörig eingestellt, was keine Schwierigkeiten macht, so genügt eine einmalige Umdrehung des langen Hebelarmes, um daran nachzuweisen: die Bewegung der Erde um die Sonne und die unverrückte Arenstellung der ersteren während ihres jährlichen Laufes, die Entstehung der Tage und Nächte, so wie der Jahreszeiten und der verschiedenen Erdzonen, die Verschiedenheit der Tages- und Nachtlängen, den Zeitunterschied unter den verschiedenen Meridianen, die Bewegung des Mondes während des Jahres, seine Arendrehung, Neigung der Bahn und Knoten, die Erscheinung seines Lichtwechsels und seiner Lichtgestalten, die Sonnen- und Mondfinsternisse, woran sich dann auch die Erklärung der Ebbe und Fluth, so wie anderer Erscheinungen anschließen läßt. Eine deutlich geschriebene Erläuterung zur Behandlung des Instruments und zur Demonstration wird demselben beigegeben. Es kostet 5 Thaler, und in den Händen eines kundigen Lehrers wird es überall sehr nützliche Dienste leisten, wie es sich auch zu Weihnachts- und Geburtstagsgeschenken für Kinder vorgerückteren Alters und junge Leute vortrefflich eignet. Bis jetzt ist dasselbe nur von Hrn. Meißner selber zu beziehen, an den man sich wenden muß. Eine größere Zahl von Bestellungen wird ihn ohne Zweifel veranlassen, eine Niederlage dieser Apparate in Berlin zu errichten, um solche mit geringerer Umständlichkeit erlangen zu können, und freuen sollte es uns, wenn dieser Fingerzeig dazu das Seinige beitrüge.

Diese Notiz wird aber bei entwanniger Vergleichung des erwähnten Artikels über den Gegenstand vollkommen hinreichen.

Temperatur; Temperatura; *Température*. Das Wort „Temperatur“ (abgesehen von seinen andern Bedeutungen, namentlich der akustischen) bezeichnet die in Beziehung auf Wärme und Kälte Statt findenden Zustände der Körper überhaupt, unter unserem astronomischen Gesichtspuncte insbesondere aber der verschiedenen Weltkörper, namentlich unseres Systems. Die Temperaturverhältnisse des Planeten Erde* zunächst anlangend, so lehrt uns die tägliche Erfahrung, daß dieselben vorzugsweise von dem Stande der Sonne abhängig sind, und man ist dadurch auf die Ansicht geleitet worden, sodann für die übrigen Planeten die größere oder geringere Sonnen-Entfernung als allein maßgebend hierin zu betrachten. Allein wenn dieß so unbedingt der Fall wäre, so müßte, wenigstens im Allgemeinen, auf den der Sonne näheren Gestirnen: Mercur und Venus, eine stete, in demselben Verhältnisse höhere, auf den entfernteren Systemskörpern aber, z. B. auf dem Jupiter, ähnlichermaßen eine so viel niedrigere „Temperatur“ Statt finden.

Dagegen habe ich in den betreffenden Artikeln auf diejenigen Mittel hingewiesen, welche von der Vorsehung angewendet worden sind, um eine Ausgleichung herbeizuführen, und ich habe dieses Mittel vorzüglich in einer verschiedenen atmosphärischen Constitution nachgewiesen. Die Beobachtung selbst läßt uns auf eine feinere Mercurs-Luft

* Die näheren Untersuchungen über die Temperatur des Planeten Erde in specie, namentlich über seine Innerwärme gehören auch in die specielle Geographie, und müssen hier ausgeschlossen bleiben; ich kann in meinem Vortrage nur den comparativen astronomischen Standpunct für das ganze System festhalten.

schließen, welche weniger zur Entwicklung von Wärme aus den Sonnenstrahlen geeignet ist, wogegen Jupiter, um bei diesen beiden Beispielen stehen zu bleiben, eine dichtere, der Wärme-Erzeugung günstigere atmosphärische Constitution besitzt. Die Analogie zwingt uns, dasselbe auch für die übrigen Systemskörper zu postuliren, und die „Temperatur" auf jedem derselben solchergestalt von der, allemal dem respectiven Sonnen-Abstande angepaßten atmosphärischen Constitution abhängig zu machen, womit demnach die Schlüsse von Wärme- und Kälte-Extremen, welche man sonst aus jenen bloßen Entfernungen gezogen hat, wegfallen*.

Auf ein Mehreres, als diesen, also auch in teleologisch-analogischer Rücksicht wichtigen Satz habe ich mich aber, bevorwortetermaßen, über „Temperatur" nicht einlassen wollen, und beschließe daher den Artikel hiermit, indem ich, als Literar-Notiz, nur noch bemerke, daß sich weitere Untersuchungen über die, von mir in die eigentliche Geographie verwiesene specielle Temperatur der Erde in dem, durch den Wiener Astronomen Littrow für die viel citirte zweite Auflage von Gehler's „Physikalisches Wörtrb." gelieferten, überaus umfangreichen (430 Seiten gr. 8.) Artikel „Temperatur" finden.

Theodolit** (zunächst vom Englischen Theod'olite, Meßscheibe; ursprünglich aus dem Griechischen; einen Lateinischen Ausdruck mögen sich die Leser selbst bilden); *Théodolite.* Ein durch Verbindung eines horizontalen mit einem verticalen (einem „Höhen"-) Kreise gebildetes Winkelmeßinstrument, und mit dem man daher eben sowohl horizontale Distanzen, als Gestirnhöhen messen kann. Erstere Absicht liegt aber beim „Theodoliten" zunächst zu Grunde, daher man auch jenen horizontalen Kreis mit besonderer Sorgfalt construirt, und das Instrument vorzugsweise zu geodätischen Messungen anwendet, bei welchen solche „horizontale Distanzen" öfter in Betracht kommen. Uebrigens aber gleicht die Einrichtung der des Multiplicationskreises* (vergleiche d. A.), unter dem Gesichtspuncte eines, nicht auf den Meridian beschränkten, sondern in jedwedem beliebigen Vertical anwendbaren Höhenkreises; und ich verweise, nachdem somit wenigstens der Begriff der Sache festgestellt worden ist, wegen des Details um so lieber auf letzteren Artikel, als der „Theodolit", wie gesagt, mehr vor das Forum der Geodäsie als der eigentlichen Astronomie gehört. Hier bleibt daher nur, in historischer und literarischer Rücksicht noch anzuführen, daß die Erfindung des „Theodolithen" dem bekannten Baierschen Optiker Reichenbach (vergl. d. Art. Achromatisch, S. 36) angehört, und daß man ein eigenes Werkchen über dieses Instrument von Breithaupt „Beschreibung eines neu eingerichteten Theodoliten". Düsseldorf. 1827. 4. besitzt.

Thermometer, Thermoskop, Wärmemaß; Thermometrum; *Thermomètre.*

* Damit soll nicht gesagt seyn, daß die verschiedenen Weltkörper nicht auch noch mit andern Mitteln der Selbst-Wärme-Erzeugung ausgerüstet seyn könnten. Ich habe z. B. für den Jupiter (S. 832) ein eigenes Lichtentwicklungs-Vermögen nachgewiesen; und man findet sich schon dadurch zur Ausdehnung auch auf die Wärme gezwungen.

** Auch Geodolit, und wohl noch paßlicher, indem das Instrument (vgl. oben) öfter zu geodätischen, als astronomischen Messungen angewendet wird.

* Ich habe in diesem Artikel, bevorwortetermaßen, besonders nur die Absicht gehabt, das „artificium multiplicationis" genauer hervorzuheben, und deßhalb bloß den darauf bezüglichen Theil der Einrichtung recht beschrieben. Man gibt dem „Multiplications"-Kreise aber, wie ich, des Obigen wegen, nun nachträglich anführen muß, eben wegen seiner im Texte erwähnten Anwendung als „Höhenkreis" in jedem Vertical, auch einen Horizontalkreis zur gleichzeitigen Bezeichnung des Azimuths dieses Verticals bei; nur ist hier letzterer Horizontalkreis eben so Neben-, und der verticale Kreis dagegen Hauptsache, als sich dieß, s. wieder oben, beim Theodoliten vielmehr gerade umgekehrt verhält.

Die nähere Beschreibung dieses Werkzeuges, dessen ich hier doch als eines astronomischen Hilfsinstrumentes* erwähne, indem von seiner Mitanwendung für unsere Wissenschaft z. B. erst noch im Art. Strahlenbrechung die Rede gewesen ist, gehört in die Physik, und wird in allen Lehrbüchern dieser Wissenschaft gewährt. Als eine ganz besonders ausgezeichnete Darstellung der Lehre vom „Thermometer" empfehle ich indeß den vom Heidelberger Physiker Muncke, für die viel citirte zweite Aufl. von Gehler's „Physikalisches Wrtrb." gearbeiteten Artikel, welcher, in nicht zu weiter Ausdehnung (200 S. gr. 8.), gleichwohl nichts Wesentliches vermissen lassen dürfte.

Thierkreis; Zodiacus, Signifer („Signum" und „ferre", weil der Thierkreis die Ekliptik mit den — vergl. hinten — oft auf sie bezogenen „Zeichen" enthält); *Zodiaque.* Diesen Namen führt die, zwischen zwei der Ekliptik, zu ihren beiden Seiten, parallelen und gleich weit von ihr abstehenden Kreisen eingeschloßne Himmelszone, innerhalb welcher die Sonne, der Mond und die Planeten (wenigstens die älteren; die „Planetoiden" — vergl. d. Art. und Pallas S. 245 finden sich nicht darauf eingeschränkt**) immer anzutreffen sind.

Die Bahnen der älteren Planeten*** machen nämlich (vergl. Neigung*) mit der Ebene der Erdbahn (Ekliptik) nur kleine Winkel: sie können sich daher nie weit von der Ekliptik entfernen; und nur bei der Venus steigt — s. d. Anmerk. — diese Entfernung, im Maximum, geocentrisch, auf etwann 9°, d. h. der Breitenkreis-Bogen, welcher den Abstand der Venus (ihres Mittelpunctes) von der Ebene der Ekliptik mißt, kann, von der Erde ausgesehen, höchstens 9° groß erscheinen (wogegen sich derselbe in der Sonne, welcher der Planet weniger nahe kommt, sogar nie größer als etwann 3° zeigt). Wenn man daher in dieser Entfernung der 9 (bis 10) Grade, zu beiden Seiten der Ekliptik, die geforderten Grenzkreise mit ihr herumführt, so ist der irdische Beobachter,

* Unter dem nämlichen Gesichtspuncte eines, z. B. ebenfalls bei Refractions-Bestimmungen, nothwendigen „astronomischen Hilfs-Instrumentes" hätte auch der, in seiner alphabetischen Folge ausgelassene Barometer (Luftschwere-Messer) erwähnt werden sollen. Ich bitte daher, das Wort dort nachzutragen, und verweise, wegen Verfolgung des Gegenstandes selbst, auf den für das oben genannte Werk von demselben Verfasser gearbeiteten, nicht zu umfangreichen (100 S. gr. 8.) trefflichen Artikel.

** Dieselben werden daher von Herschel (dem Sohne) in seiner Astronomie (französische Ausgabe, Brüssel, 1835. kl. 8. S. 323) mit dem Namen der „ultrazodiakalen" belegt.

*** Die Sonne (Erde) beschreibt die Ekliptik selbst, und der Mond weicht nur um wenige Grade von ihr ab.

* Ich citire zwar diesen Art. Neigung, bevorworte aber sogleich und ausdrücklich, daß in demselben, gemäß dem Geiste der neueren Planetentheorie, welche sich auf die Sonne, als Centralpunct der planetarischen Bewegung, bezieht, bei „Neigung" ohne weiteres immer heliocentrische Breite verstanden wird. Der hier betrachtete „Thierkreis" dagegen gehört (s. oben) schon der ältesten Astronomie an, die dagegen die Erde in das Centrum setzte, und demnach nur geocentrische Breiten (Neigungen) kannte, dem zu Folge sie die Grenzen ihres „Thierkreises" bestimmte. Zwischen diesen geocentrischen und jenen heliocentrischen Breiten besteht aber ein sehr bedeutender Größen-Unterschied; die größte heliocentrische Breite (die Neigung) der Venus z. B. beträgt nur etwann 3°; aus der diesem Planeten zuweilen viel näher kommenden Erde aber kann die (also geocentrische) Breite bis auf 9° steigen (ein von dem Mittelpuncte der Venus auf die Ebene der Ekliptik herabgelassener Perpendikel — Breitenkreis-Bogen — kann in der Sonne höchstens 3°, von der dem Planeten näher kommenden Erde aus betrachtet aber 9° groß erscheinen). Der Thierkreis, und dieß will ich auch hiermit nur nochmals erst ganz besonders hervorheben, nimmt also immer die Erde als seinen unbeweglichen Mittelpunct an.

wie gesagt, gewiß, in der dadurch gebildeten Himmelszone, außer der Sonne und dem Monde, die älteren Planeten immer anzutreffen.

In dieser, demnach in ihrer Mitte die Ekliptik (Sonnenbahn) enthaltenden Zone stehen also auch die Sternbilder: Widder, Stier u. s. w., von welchen die 12 Zeichen der Ekliptik (vergl. d. A.), nämlich die sogenannten „Signa coelestia," *Signes célestes*, ihre Namen führen; und da die Umrisse dieser Zeichen oder Sternbilder*, wie man sieht, meistens von Thieren („Widder", „Stier") hergenommen sind, so ist daher die Benennung „Thierkreis", „Zodiakus" (von ζωον, animal) entstanden. Ich muß hierüber in einiges Detail eingehen, und bitte die Leser, dabei zunächst die Namen und Charaktere dieser zwölf „Zeichen" des Thierkreises, wie sie im Art. Ekliptik, S. 297 in Einer Uebersicht, und mit Angabe der Zeiten, zu welchen die Sonne ein jedes derselben erreicht, aufgeführt sind, zu vergleichen. An dem, mit Verweisung hierher, schon oben erwähnten sehr hohen Alter dieser Art von Bezeichnung des Thierkreises sodann ist aber gar nicht zu zweifeln, da an mehreren Orten Egyptens und Ostindiens, den (vergl. Astronomie, S. 59) bekannteren Sitzen früherer astronomischer Kenntnisse, dergleichen Thierkreise aufgefunden worden sind, von welchen ich besonders den Thierkreis von Denderah erwähne, indem derselbe eine außerordentliche Aufmerksamkeit erregt hat, und vielen meiner Leser auch wohl schon aus den davon erschienenen Beschreibungen** bekannt ist. Während der Französischen Feldzüge unter Buonaparte in Egypten entdeckte man nämlich in den Ruinen der alten Stadt Denderah (Tentyris) in Ober-Egypten einen großen Tempel, und an der Decke desselben die wohl erhaltene Abbildung unserer zwölf Thierkreis-Sternbilder, in der Ordnung, in welcher der Sonnenlauf durch sie hin erfolgt, an ihrer Spitze namentlich das Sternbild des Löwen, als gleichsam zuerst über dem Eingange des Tempels hervortretend, eine Anordnung, welche sich auf das Ruraljahr der Egypter bezogen zu haben scheint*. Das diesen Thierkreis enthaltende Tempeldeckenstück ist später von den Franzosen abgenommen und nach Paris gebracht worden, wo es im Musäum aufbewahrt wird und also, da wenigstens das hohe Alter der Ruine eine Thatsache ist, als augenscheinlicher Beweis des behaupteten frühen Ursprunges unserer Thierkreisbezeichnung dient.

Bei der, auch uns noch gewöhnlichen Anordnung der Thierkreiszeichen aber, wie ich dieselben nun ferner einzeln betrachten will, hebt man aus Gründen, welche sich eben im schon citirten Artikel Vorrücken der Nachtgleichen entwickelt finden, mit dem „Zeichen" (dem Sternbilde) des (1.) Widders** (Aries; Bélier) an. Sein „heliſcher" Aufgang (d. h. — vergl. Aufgang, S. 82. — die Zeit, da sich dasselbe eben aus den Sonnenstrahlen entwickelt und also kurz

* Vergl. d. A., aus welchem ich hier daran erinnere, daß diese Bezeichnungen: Widder, Stier u. s. w. der Sternbilder, auf eine freilich oft sehr willkürliche Art von den flüchtigen Umrissen hergenommen sind, durch welche man die Grenzsterne eines Bildes verband. Die Ansicht eines Himmelsglobus mit seinen Zeichnungen der Bilder macht das Verfahren in jener Willkürlichkeit am anschaulichsten.

** Ein sehr gründliches Werk darüber, „Observations critiques sur l'objet des représentations *zodiacales* qui nous restent de l'antiquité." Paris, 1824, verdankt man dem französischen Akademiker Letronne.

* Von einer andern, auf das Vorrücken der Nachtgleichen bezüglichen dießfallsigen Hypothese handle ich in diesem letzteren Artikel.

** Die Leser finden im auch schon erwähnten Art. Ekliptik neben diesem Sternbilde des „Widders" das Zeichen ♈, nach dessen Beziehung zu jenem Sternbilde sie fragen könnten; dasselbe soll den Widderkopf, gleichwie ♉ das gehörnte Stierhaupt und ♊ das Zwillingspaar darstellen. Früher scheinen diese Charaktere noch entsprechender gewesen und erst im Laufe der Jahrhunderte so verzeichnet zu seyn, wie wir sie jetzt nun einmal admittirt haben.

vor der Sonne aufgeht) verkündigte den Zeitgenossen Homer's den Anfang des Frühlings (mit andern Worten: die Zeit des damaligen — vergl. d. folgende Anmerk. — Frühlingsanfanges fiel mit der Zeit des Aufganges des Widdersternbildes kurz vor Sonnen-Aufgange zusammen). Die Alten suchten die Benennung dieses Sternbildes mit der bei ihnen so beliebten Mythe vom Argonautenzuge in Verbindung zu bringen, und nannten dasselbe daher auch *Chrysamallus* („Goldenes Fließ"); einen andern Beinamen „dux gregis" verdankt es wohl seiner Stellung als Anfangsglied der Zeichen-Reihe*.

Der dann folgende (2.) Stier (Taurus; *Taureau*) hieß bei den Alten auch Inachis, Isis, Osiris u. s. w. Ich erwähne in Bezug auf ihn der in diesem Sternbilde unter dem Namen der Pleiaden (oder des Siebengestirns) einbegriffnen Gruppe, welche ihre Benennung von „πλεῖν," „schiffen", erhalten haben soll, weil zur Zeit ihres damaligen** heliſchen Aufganges bei den Alten die größeren Schiffahrten begannen (und welche nicht mit einer andern, auch in diesem Sternbilde enthaltenen Gruppe, der der Hyaden, verwechselt werden müssen).

Die (3.) Zwillinge (Gemini; *Gémeaux*) waren den Alten auch unter mehreren Doppelbenennungen, z. B. besonders Castor und Pollux bekannt und dadurch der Mythe übereignet.

Der (4.) Krebs (Cancer; *Écrevisse*; vergl. auch unten) wurde von den alten Dichtern auf mannichfache Weise in ihre Mythologie verwebt. Eine dichtgedrängte Sterngruppe in dieser Constellation ist unter dem Namen der Krippe (Praesepe; *Étable*) bekannt, und in der Nähe derselben stehen die beiden Sterne, welche die Eselchen (Aselli; *Anes*) genannt werden. — Dieß Thierkreiszeichen entspricht übrigens bekanntlich dem Anfange unseres Sommers.

Der (5.) Löwe* (Leo; *Lion*) war in der Vorzeit** dasjenige Sternbild des

* Lesern, die diese archäologischen Forschungen, welche hier zu weit führen würden, verfolgen wollen, empfehle ich Ideler's (des verewigten Berliner Hofastronomen) „Untersuchungen über den Ursprung und die Bedeutung der Sternnamen." Berlin. 1809. 8.

** „Damaligen"; — ich habe zwar auf Vorrücken der Nachtgleichen verwiesen, will indeß doch ein vorläufiges erklärendes Wort beifügen.

Der Punct der Ekliptik, welchen die Sonne, um Frühling zu machen, bei ihrem Jahreslaufe erreichen muß (der Frühlingspunct, vergl. d. A.), hat nämlich keinen festen Platz unter den Fixsternen, sondern weicht von denselben zurück, oder — wenn es die Vorstellung erleichtert — die Fixsterne rücken gegen denselben vor. War er also in einem bestimmten Jahre noch bei einem Sterne, und trat also Frühling ein, indem die Sonne zu diesem damals mit ihm coincidirenden Sterne kam, so fand sich letzterer späterhin schon entfernter, und sein „heliſcher Aufgang" fiel also auch später ein, und bezeichnete nicht mehr Frühlings-Anfang, sondern spätere Tage. — Was hier aber vom Frühlinge gesagt ist, gilt offenbar von jeder andern Jahreszeit, und demnach auch von der obigen, den Anfang der Schifffahrt bei den Alten bestimmenden.

* Das diesem Sternbilde beigegebene astronomische (sein Kalender-) Zeichen ☌ könnte die Leser befremden; dasselbe soll den Schwanz des Löwen bedeuten.

** Ich muß, mit Bezug auf die vorausgehende Anmerkung, nochmals auf diesen Umstand, welcher Anstoß zu geben pflegt, zurückkommen. In der „Vorzeit," vor mehreren tausend Jahren, fand sich der Frühlingspunct, angedeutetermaßen, wirklich im Widder; jetzt ist er im rückwärts liegenden Sternbilde der Fische; — und gleichergestalt mußte die Sonne damals das Sternbild des „Löwen" erreicht haben, wenn die größte Hitze auf der nördlichen Halbkugel eintreten sollte, welches jetzt im eben so rückwärts angrenzenden Krebse erfolgt.

Noch könnte hierbei befremden, daß jenes „Alterthum" die Bezeichnung der Zeit der größten Sommerhitze (auf der nördlichen Halbkugel) gleichwohl nicht von dem entsprechenden Sternbilde des Löwen, sondern vielmehr des „großen Hun-

Thierkreises, welches von der Sonne zur Zeit der größten Hitze auf der nördlichen Halbkugel eingenommen wurde. — Der größte Stern dieses Sternbildes ist Regulus (α Leonis).

Die (6.) Jungfrau (Virgo; *Vierge;* — für ihr wunderliches Kalenderzeichen weiß ich keine Erklärung zu geben) wurde auch Ceres, Erigone, Asträa u. s. w. genannt. Als Göttin der Ernte (die Sonne erreichte dieß Sternbild vormals um die Erntezeit) legte man ihr eine Aehre bei, und nannte daher den hellsten Stern dieses Bildes (α Virginis) *Spica* (Epi de la Vierge)

Die (7.) Wage (Libra; *Balance*) soll, nach den gewöhnlichen Deutungen, durch ihren Namen die Gleichheit von Tag und Nacht bezeichnet haben, welche bekanntlich beim Herbst-Aequinoctium, dem dieses Sternbild sonst entsprach, eintritt.

Der (8.) Scorpion (Scorpius; *Scorpion*; — über die nicht weniger seltsame Kalenderbezeichnung erlaube ich mir abermals keine Deutung) soll sich auf die Seuchen bezogen haben, die in den wärmeren Ländern zur Zeit des Herbstes, zu welcher dieses Sternbild von der Sonne eingenommen wurde, zu herrschen pflegen.

Durch den (9.) Schützen (Arciteneus; *Sagittaire*) wurde in der alten Mythologie der Centaur Chiron, Sohn Saturns, bezeichnet, welcher in der Reitkunst, in der Handhabung von Pfeil und Bogen (das astronomische Zeichen bezieht sich deutlich darauf), gleichwie in der Kenntniß des gestirnten Himmels ausgezeichnet gewesen seyn soll.

Der (10.) Steinbock (Caper; *Capricorne;* — das Zeichen mag verstümmelt seyn) soll nach Macrobius („Saturnal". I. 17.), diesen Namen dem Umstande verdanken, daß die Sonne von dem, durch dieses Sternbild bezeichneten Wintersolstitialpuncte an, für die nördliche Halbkugel aufwärts (wie das Thier selbst) steigt (wogegen der entgegengesetzte, der Sommer-Solstitialpunct, wegen des dort erfolgenden Absteigens, Rückwärtgehens der Sonne, Krebs geheißen worden seyn).

Der (11.) Wassermann (Amphora; *Verseau;* — das Zeichen sieht wirklich wie ein „Wasseraufguß" aus) bezeichnet den Schnee und Regen der, dem sonstigen Eintritte der Sonne in dieses Sternbild beiläufig entsprechenden Jahreszeit (Ende Januar); und eben darauf soll sich denn endlich das Thierkreissternbild der (12.) Fische (Pisces; *Poissons;* — das Zeichen ist ziemlich entsprechend) beziehen, indem die Sonne in der letzten Hälfte des Februar, als einer meistens regenreichen Zeit, in dasselbe trat.

Nächst dieser Aufzählung der den „Thierkreis" einnehmenden Sternbilder (Zeichen), habe ich aber über diese Zone selbst, welche aus den angeführten Gründen, für uns, wie gesagt, die merkwürdigste Region des ganzen gestirnten Himmels abgibt, gleich noch mehreres Andere zu bevorworten. Diese Zone des Thierkreises enthält nämlich, bemerktermaßen, als Mittelstreifen, den Kreis der Ekliptik, auf welcher bekanntlich, vom Frühlingspuncte ab, die Längen der Gestirne (vergl. d. A.) gerechnet werden. Dabei bezieht man sich aber, was die Richtung betrifft, in welcher man solchergestalt weiter zählt, auf die genannten, wie gesagt, oft ihr selbst beigelegten „Zeichen", dergestalt, daß man beim Widder (vergl. das gleich Folgende) anfängt, und durch den Stier, die Zwillinge u. s. w. fortgeht, welches man die Folge der Zeichen (besonderer Artikel) nennt, und welches deßwegen geschieht, weil sich, mit einziger Ausnahme einiger „rückläufigen" Kometen, alle übrigen Gestirne unseres Systems, in der That („rechtläufig") nach dieser Folge bewegen. Demjenigen Beobachter, welcher das Haupt gegen die nördlichen Fixsterne, das Auge nach Süden, nach dem Aequator zu, kehrt, geht diese „Folge der Thierkreiszeichen" von der Rechten zur Lin-

des" hergenommen hat, und deßhalb „Hundstage" (Dies caniculares; *Canicules*) sagte. Allein dieß rührt (vgl. Hundsstern-Cyclus, S. 792) von den Egyptern her, bei denen damals der „heliſche Aufgang" des Hundssternes (Sirius) um jene Zeit erfolgte. — Genauer kann dieß Alles, wie gesagt, freilich erst in Vorrücken der Nachtgleichen erörtert werden, wohin ich also verweise.

ken, von Abend gegen Morgen, daher für uns Bewohner der nördlichen* Hemisphäre, letztere beiden Ausdrücke (wie dieselben auch in unserm Werke angewendet werden) als gleichbedeutend mit dem ersteren, für rechtläufig stehen.

Jedes dieser 12 Zeichen des „Thierkreises" ferner wird hierbei = 30 Graden gerechnet, dergestalt, daß sie zusammen den (12.30 =) 360 Graden des ganzen Kreises der inbegriffnen Ekliptik gleich kommen, und daß man also, danach zählend, wie wir es z. B. in Epoche, S. 334 gethan haben, statt 100° vielmehr alsbald nur 3 Z 10° schreibt.

Bei diesem Zählen endlich wird, bevorwortetermaßen, stets vom Frühlingspuncte an gerechnet, welchen man bekanntlich als Anfangspunct des „Zeichens" oder „Thierkreissternbildes" des Widders (0 ♈) annimmt. Vor Tausenden vor Jahren hat, den oben, mit Verweisung hierher und auf Vorrücken der Nachtgleichen, gemachten Auseinandersetzungen gemäß, dasselbe Sternbild auch wirklich jenen „Frühlingspunct" enthalten; da gedachter Punct aber, wie gesagt, keinen festen Platz unter den Fixsternen behauptet, sondern auf der Ekliptik rückwärts rückt, so findet er sich, um diesen so sehr wichtigen Umstand nochmals hervorzuheben, jetzt wirklich auch im rückwärts an den Widder angrenzenden Bilde der Fische. Gleichwohl betrachtet man ihn, alter Gewohnheit zufolge, noch immer als Anfangspunct des Widders (0 ♈): man unterscheidet hierbei das Thierkreiszeichen des Widders, als wenn der Frühlingspunct unverrückt darin geblieben wäre, vom wahren Sternbilde des Widders, aus dem er sich in der That entfernt hat, oder nennt letzteres ein (durch Sterne wirklich) „gebildetes" Zeichen (Asterismus; *Astérisme*), und setzt demselben jenes erstere, als ein (durch Sterne nicht wirklich gebildetes und also nur eingebildetes, oder) „ungebildetes" Zeichen (Signum; *Signe* schlechtweg, auch Dodecatemorion; *Dodécatémoire*) entgegen, dergestalt daß also gegenwärtig dem „gebildeten" Zeichen (dem Sternbilde) der Fische, das „ungebildete" (das „Dodecatemorion") des Widders; dem „gebildeten" des Widders das „ungebildete" des Stiers entspricht u. s. w.

Dieß sind die Bemerkungen, welche ich über den „Thierkreis" noch hinzuzufügen hatte; ich bin über dieß Verhältniß, selbst mit Wiederholungen, so besonders ausführlich gewesen, weil ich weiß, daß man dabei oft Anstoß findet; — und ich beschließe den Artikel „Thierkreis" mit dieser Explication, indem ich nur noch anführe, daß man die Thierkreiszone (eine Abbildung von ihr auf einem Messingstreifen), eben ihrer Wichtigkeit wegen, auch mit auf der Ringkugel (vergl. d. A. S. 357) anbringt, und über die in ihr enthaltenen Fixsterne („Zodiakalsterne") eigene Fixsternverzeichnisse (s. auch diesen Art. S. 576) angefertiget hat

Thierkreislicht, Zodiakallicht, Zodiakalschein; Lumen Zodiacale, *Lumière Zodiacale*. Wenn die Sonne eben untergegangen ist, oder eben aufgehen will, sieht man besonders im Frühjahre und im Herbste oft ein weißes Licht am Himmel, welches von ihr ab, am Horizonte schief aufwärts, nach der Richtung der Ekliptik oder vielmehr der Thierkreiszone (daher der Name) fortgeht, und an seinem oberen Ende spitz zuläuft. Die Fig. 1. der Tafel XXII. zeigt dieses „Thierkreislicht", wie sich dasselbe in unsern Gegenden, um den Anfang des März, bald nach Sonnenuntergange am Abendhorizonte darstellt; betrachtet man diese Figur von der Rückseite, oder im Spiegel, so gibt sie ein Bild der Art der Erscheinung in der Mitte des Octobers, kurz vor Sonnenaufgange am Morgenhorizonte. Zu diesen beiden Zeiten des Jahres nämlich,

* Für die Bewohner der südlichen Hemisphäre, welche, das Auge ebenfalls dem Aequator zukehrend, Norden vor sich, und demnach Abend (Westen) eben so links, wie wir dagegen rechts haben, findet (s. Folge der Zeichen, S. 579) natürlich auch gerade das Umgekehrte Statt; für sie geht die „Folge der Zeichen" von der Linken zur Rechten.

wird das Thierkreislicht, beobachtungsgemäß, und aus den unten folgenden Urſachen, in unſeren Gegenden am beſten ſichtbar. Die Form, unter welcher dieſes Licht geſehen wird, iſt, der Figur gemäß, die einer ſehr lang geſtreckten (halben) Ellipſe (A B C), deren viel kürzere kleine Axe (A B) den Sonnendurchmeſſer abgibt, oder eines Kegels, der die Sonne zur Baſis hat; und der Grund des Phänomens wird, wie ich, anticipirend, gleich mit bemerke, gewöhnlich in einer Atmoſphäre der Sonne (vergl. d. A. S. 79 gleichwie Sonne, S. 430) geſucht, welche ſich, wegen der ſchnellen Rotation dieſes großen Weltkörpers, zu einem ſehr abgeplatteten, einer „linſenförmigen", und dabei nahe in der Ebene der Ekliptik liegenden Sphäroid geſtaltet hat, daher daſſelbe, aus der Erde, d. h. alſo aus (dem Umringe*) der nämlichen Ebene geſehen, „en profil" oder in der Projection eben die beſchriebene Form zeigt. — Dieß iſt, wie geſagt, die frühere Meinung von der Sache; auf die, mit dieſer Erklärung nicht in vollem Einverſtändniſſe ſtehenden neueſten Anſichten komme ich erſt zu Schluſſe des Artikels.

Die erſte Bekanntmachung von Beobachtungen dieſer ſchönen Erſcheinung verdanken wir dem uns vielfach bekannt gewordenen Franzöſiſchen Aſtronomen Caſſini** dem Aelteren (Jean Dominique), welcher am 18. März 1683 zuerſt darauf aufmerkſam wurde, und ſich darüber in den „Anciens Mémoires" VIII. 119. „Découverte de la lumière céleste qui paroist dans le Zodiaque" vernehmen ließ. Er muthmaßt, daß dieſe Erſcheinung die nämliche ſey, welche von den Alten unter dem Namen der „Balken" (trabes) angedeutet wird, und beſchreibt ſie als ein dem Schimmer der Milchſtraße ähnliches, aber glänzenderes Licht. Nach ihm haben mehrere andere Aſtronomen darüber geſchrieben; Niemand aber hat die Erſcheinung dieſes „Thierkreislichtes" gründlicher unterſucht, als der Franzöſiſche Akademiker de Mairan (Secretair der Akademie, geſtorben zu Paris 1771) in ſeinem „Traité de *l'aurore boréale*" (womit er das Zodiakallicht in Verbindung bringt). Paris. 1733. 4.

Nach ſeinen Auseinanderſetzungen, ließe ſich gar nicht daran zweifeln, daß das „Thierkreislicht" die entweder ſelbſtleuchtende oder in anderer Art beleuchtete* Sonnen-Atmoſphäre ſey, welche in der oben erwähnten Form eines ſehr abgeplatteten (linſenförmigen) Sphäroids den Sonnenkörper dergeſtalt umgibt, daß ſie nach der Richtung der Axe der (ſehr ſchnellen und ſolchergeſtalt dieſe Form erzeugenden) Rotation der Sonne (ſ. d. A. l. c.) die geringſte, nach der Richtung des Sonnenäquators, welcher mit der Ekliptik faſt zuſammenfällt (einen Winkel von nur $7^1/_2{}^0$ macht) dagegen die größte Ausdehnung hat.

Wenn die Erdkugel (vergl. unten) nicht ſelbſt in dieſe, als ſo weit ausgedehnt angenommene Atmoſphäre eingetaucht iſt, ſo müſſen uns die Contouren derſelben ſichtbar werden; und wir müſſen, wie dieß die Beobachtungen eben zeigen, ihren weſtlichen Theil des Morgens vor Sonnenaufgange, und ihren öſtlichen des Abends nach Sonnenuntergange, als den beſchriebenen ſpi-

* Man verſinnliche ſich das die Sonne (den Sonnen-Aequator) ſolchergeſtalt umringende linſenförmige und (der Lage des Sonnenäquators gemäß) faſt in die Ebene der Ekliptik fallende Sphäroid der Sonnen-Atmoſphäre; von der Erde, welche dabei die Ekliptik ſelbſt durchlauft, aus geſehen, muß daſſelbe, wie man ſich nun leicht vorſtellig macht, demnach ſo erſcheinen, wie es unſere Figur zeigt (wogegen es ſich, aus der Sonne geſehen, ſcheibenartig darſtellen würde). Ich komme übrigens hinten nochmals hierauf zurück.

** Vgl. über die ganze Familie Caſſini, welche man oft die „aſtronomiſche per excellentiam" nennt, vorn S. 218 dieſes zweiten Bandes unſeres Werkes.

* Ich drücke mich zwar nach Mairan noch alſo aus; allein man darf (vergl. Sonne, S. 425 und ferner), unter Vorausſetzung der vollkommenen Richtigkeit ſeiner Hypotheſe, jetzt als ausgemacht annehmen, daß hier nur unmittelbar von der „Licht"ſphäre der Sonne die Rede ſeyn kann.

tigen Streifen*, wahrnehmen. Oft ist indeß, in unseren Gegenden, die Lage des Thierkreises gegen den Horizont so flach, daß sich die Erscheinung ganz in der Dämmerung verliert. Anfang März aber, worauf ich hier zurückkommen wollte, macht die Ekliptik, indem dann der Frühlingspunct, den die Sonne um diese Zeit einnimmt, Abends im Horizonte steht, z. B. zu Leipzig (Aequatorshöhe = $38^2/_3{}^\circ$) mit dem letzteren einen Winkel von $38^2/_3 + 23^1/_2$ (Schiefe der Ekliptik) = über 62°, welcher Umstand, da der „Zodiakalschein", angeführtermaßen, fast in die Ebene der Ekliptik fällt, die Wahrnehmung natürlich begünstiget; und da wir zu eben dieser Zeit auch die kürzesten Dämmerungen (vergl. d. A. S. 222) haben, so wird dieser „Zodiakalschein" dann, nach Sonnenuntergange am Abendhimmel sichtbar, und geht, in der beschriebenen und in unserer Figur (I. der Tafel XXII.) bezeichneten Gestalt, durch die (Zodiakal-) Sterne am Bande der Fische, beim Widder vorbei bis an die Hyaden im Stier; — hingegen ist, um diese Zeit, die Erscheinung des Morgens, wo die Ekliptik (mit dem also in ihrer Ebene enthaltenen Zodiakalscheine) sehr flach** gegen den Horizont liegt, kaum zu erkennen. Mitte October, umgekehrt, zeigt sich das Zodiakallicht am besten vor der Morgendämmerung*, indem dann die Sonne mit dem Herbstpuncte im Morgenhorizonte steht; dasselbe geht hier durch den Löwen und Krebs bis zu den Zwillingen, und läßt sich dann und aus den nämlichen Gründen, eben so umgekehrt, in der Abenddämmerung nicht wohl wahrnehmen.

In den Ländern der heißen Zone (ganz oder fast „Sphaera *recta*") bilden Aequator und Ekliptik mit dem Horizonte stets so große Winkel, und die Dämmerungen sind zugleich stets so kurz, daß der Zodiakalschein das ganze Jahr hindurch, Morgens und Abends, sichtbar ist, wenn nicht Mondschein oder trübe Luft hinderlich werden; derselbe zeigt sich auch hier zuweilen fast senkrecht auf dem Horizonte, und ist, nach dem Zeugnisse von Reisenden, namentlich von de la Caille, sehr lebhaft.

Die scheinbare Länge des Zodiakalscheins ist nach Maßgabe der verschiedenen Stellungen der Erde gegen die Sonne veränderlich; derselbe erstreckt sich aber zuweilen bis über unser Zenith hinaus, also auf die ganze Sonnen-Entfernung von der Erde, d. h. über 20000000 Mei-

* Man versinnliche sich, mit Vergleichung der voraufgehenden Anmerkung, nochmals das, die Sonne also umringende „linsenförmige Sphäroid" ihrer Photosphäre, aber jetzt unter Bezug auf einen, für die rotirende Erdkugel Statt habenden Auf- und Untergang der Sonne. Alsdann eilt dieser letzteren (bei ihrem Heraufsteigen über den Horizont) jenes Sphäroid demnach voran, und folgt ihr (bei ihrem Hinabsinken) nach, beidemal in der angegebenen Gestalt, in der sich, wie man bald einsieht, ein solches Sphäroid, aus der Ebene seines größten Kreises (nämlich der Ekliptik, in welcher sich die Erde befindet, und mit welcher der Sonnenäquator, angegebenermaßen, fast zusammenfällt) betrachtet, als Projection an dem scheinbaren Himmelsgewölbe (im Profil gesehen) allein zeigen kann.

** Um sich hiervon zu überzeugen, führe man den Frühlingspunct erst in den Abend- und dann in den Morgenhorizont des Globus, so wird man für die hier in Rede stehende „Sphaera *obliqua*" der nördlichen Halbkugel finden, daß der Winkel der Ekliptik mit dem Horizonte im ersteren Falle bedeutend größer als im letzteren ist. — Eben so augenscheinlich zeigt der Globus das für den Herbstpunct eintretende umgekehrte Verhältniß.

* Die Ekliptik macht — um die etwas schwierige Vorstellung von dem Sachverhältnisse noch durch eine andere Explication zu erleichtern — für unsere Hemisphäre mit dem Horizonte den angegebenen größten Winkel, wenn entweder der Frühlingspunct im Abendhorizonte, oder der Herbstpunct im Morgenhorizonte steht, welches um die angegebenen Zeiten der Fall ist, zu welchen, wie gesagt, auch die kürzesten Dämmerungen eben eintreten, wodurch die Erscheinung gleichfalls begünstigt wird.

len weit, in welchem, oben angedeuteten Falle, wir uns also in der Sonnen-Atmosphäre selbst befänden und folglich die Umrisse des durch sie formirten „Zodiakalscheins“ nur sehr undeutlich sehen müßten, welches von der Beobachtung ebenfalls bestätiget wird.

Alle diese Umstände scheinen demnach entscheidend für die Mairan'sche Hypothese zu sprechen, der ich, für meine Person, auch stets ergeben gewesen bin, und die ich daher schon in den citirten A. A. Sonne und Atmosphäre der Sonne, für welche letztere der Zodiakalschein einen Beweis mehr abgibt, hervorgehoben habe. Indeß haben neuere Betrachtungen aller Umstände doch auch wieder diejenigen Zweifel dagegen erregt, deren Beibringung zu Schlusse meines Vortrages vorn von mir verheißen ist; und namentlich macht der Wiener Astronom Littrow, in einer vor mir liegenden Mittheilung über den Zodiakalschein, als Sonnen-Photosphäre, die ungemein große, eben auf über 20 Millionen Meilen nachgewiesene Ausdehnung desselben geltend. „Die eigentliche letzte Gränze der Atmosphäre eines rotirenden Gestirns, wie die Sonne“, bemerkt er, „könne doch nur da angenommen werden, wo die Centralkraft des rotirenden Körpers selbst, nur eben noch der Centrifugalkraft der mit rotirenden Atmosphäre gleich werde“, welche nothwendige Annahme gegen die Möglichkeit jener Ausdehnung spreche. Auch führt er die Seltenheit neuerer Beobachtungen des „Thierkreislichtes“, im Vergleiche zu den vielen früheren von Cassini und Mairan behaupteten an. Allein in letzterer Rücksicht tritt ihm als einer der gewichtigsten Zeugen unser Humboldt entgegen, welcher während seines Aufenthaltes in der tropischen Region die Erscheinung wiederholt beobachtete, dieselbe in seinen Reisen (deutsche Uebersetzung. III. 83.), übereinstimmend mit der obigen Mairan'schen Charakterisirung, beschreibt, und auch im „Kosmos“ (ich kann die bestimmte Stelle nicht gleich wieder auffinden) darauf zurückkommt. Was aber die ersteren Zweifel betrifft, so bringt Littrow einen rechnenden Beweis, daß die Centralkraft der ungeheuren Masse des Sonnenkörpers die Centrifugalkraft der mit ihm rotirenden Atmosphäre auf die angegebene Entfernung zu überwältigen unvermögend sey, wenigstens in den vor mir liegenden Blättern nicht bei, welches doch geschehen müßte, wenn diese Einwendung gegen die Mairan'sche Hypothese schlagend seyn sollte. Ich will diese Mairan'sche Ansicht von dem „Thierkreislichte“, als auch die erklärte meinige, daher den Lesern zwar nicht aufdringen, muß aber, auf Grund des Angeführten, schließlich doch dafür stimmen, daß sie noch als das Scharfsinnigste und Genügendste erscheint, was über den Vorgang in allen seinen Einzelheiten hat aufgestellt werden können, wie sich denn namentlich auch Lalande „Astronomie“. §. 845. und der verewigte Berliner Hofastronom Bode: „Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels“. 9te Aufl. Berlin. 1823. gr. 8. S. 538 flgd. ganz in dem nämlichen Sinne darüber aussprechen.

Trabanten, s. Nebenplaneten.

Trägheit; Inertia; *Inertie*. Man bemerkt allemal, daß, wenn ein ruhender Körper in Bewegung gesetzt, oder aber, wenn die Richtung und Geschwindigkeit eines bewegten Körpers geändert werden soll, dazu eine Kraft (vergl. d. A.), d. h. ein Agens, welches Bewegung hervorzubringen, oder zu ändern und zu hemmen vermögend ist, thätig werden muß, und daß, wenn eine solche „Kraft“ nicht auftritt, der ruhende Körper in seiner Ruhe, der bewegte aber in seiner Bewegung, und zwar mit Beibehaltung der Richtung derselben, verharrt: diese allen Körpern zustehende Neigung heißt ihre „Trägheit“; — und wir haben, unter unserm astronomischen Gesichtspuncte, ein Beispiel davon in Centralbewegung, S. 141 gesehen. Dort* wird nämlich gezeigt, daß ein, in Gemäßheit der Centralkraft, seine krummlinige Bahn um die Sonne beschreibender Planet, wenn er in irgend einem

* Ich bitte auf diese Veranlassung, einen daselbst stehen gebliebenen Druckfehler zu verbessern, und statt „AbZA“ zu lesen Ab = ZA.

Bahnpuncte dem Einflusse jener Kraft entzogen würde, seinen Weg nunmehr in der, demselben Puncte entsprechenden tangentiellen (geradlinigen) Richtung fortsetzen müßte, indem ihm letztere Tendenz somit jetzt beiwohnt, und, der „Trägheit" zufolge, sich auch behauptet, bis die gedachte Kraft neuerdings eine Aenderung darin hervorbringt.

Dieß Eine Beispiel, auf welches ich mich daher auch beschränke, macht, gehörig durchgedacht, den Begriff der „Trägheit", unter unserm, wie gesagt, hier allein aufzustellenden astronomischen Gesichtspuncte vollkommen anschaulich; auf weitere metaphysische Erörterungen darüber habe ich aber nicht einzugehen.

Triangel, ebener, s. d. gleich folgenden Art. Trigonometrie.

Triangel, sphärischer, s. ebenfalls Trigonometrie, besonders aber auch Kugeldreieck.

Trigonometrie; Trigonometria; *Trigonométrie*, wörtlich Dreieckmessung, ist die Wissenschaft, welche lehrt, zu drei von den sechs Bestandtheilen eines Dreiecks gegebenen Stücken, die drei übrigen durch Rechnung zu finden. Ich sage durch „Rechnung": denn Construction macht eigentlich nie den Zweck der „Trigonometrie" aus, daher sie eben praktischer Anwendungen so vorzüglich fähig ist. Die Astronomie (und besonders auch die Geodäsie) verdanken ihr aus diesem Grunde viele ihrer genauesten Resultate; und ich weise ihr deßwegen, vor andern mathematischen Disciplinen, hier einen besondern Artikel an, obwohl ich freilich gleich bevorworte, nicht in das unermeßliche Detail eingehen, sondern, mit Voraussetzung der Kenntniß der Sache selbst, nur den allgemeinsten Begriff vom Umfange der Trigonometrie geben, und auch dieß Wenige bloß unter unserm speciellen astronomischen Gesichtspuncte auffassen zu können.

Die Trigonometrie zerfällt nämlich in die ebene, sphärische und sphäroidische.

Die (1.) „ebene" Trigonometrie (Trigonometria plana; *Trigonométrie plane* ou *rectiligne*) lehrt, aus drei gegebenen Bestimmungsstücken eines geradlinigen Triangels die drei übrigen zu „berechnen", wobei sie aber als einschränkende unerläßliche Nebenbedingung ausdrücklich verlangt, daß unter jenen Daten wenigstens Eine Seite nach ihrem wahren linearen Werthe (nach ihrer wahren Länge in Meilen, Fußen)* enthalten sey. Und hierdurch unterscheidet sie sich nun, außer der Verschiedenheit der Entwerfungsfläche, eben noch von der, schon im besondern Artikel Kugeldreieck als vorzüglich astronomisch characterisirten

(2.) „sphärischen" Trigonometrie, welche sich auch mit den drei Winkeln als Daten begnügt, da es ihr nämlich nicht sowohl um lineare Bestimmungen, als vielmehr um Bogen-Ermittlungen in Graden, Minuten, ganz abgesehen von deren absoluter Länge, also wirklich nur um etwas Relatives, zu thun ist. Indem die „sphärische Trigonometrie" aus jenen bloßen drei Winkeln eines durch Bögen dreier größter Kreise an der Innerfläche der scheinbaren Himmelshohlkugel gebildeten Kugeldreiecks diese Bögen ableitet, sieht sie von deren absoluter Größe schon deßwegen ganz ab, weil die bezügliche Hohlkugel, der räumlichen Ausdehnung nach, etwas ihr durchaus Unbekanntes, etwas Eingebildetes ist: der fernste Fixstern und das nächste Gestirn: der Mond, erscheinen an der Himmels-Hohlkugelfläche ganz gleich

* Die bloße Kenntniß der drei Winkel eines ebenen Dreiecks läßt nämlich die absolute Länge der Seiten ganz unbestimmt; sie lehrt, wie wir davon z. B. in Kepler's Regeln, S. 895, eine Anwendung gesehen haben, nur das Verhältniß der Seiten, ihre relative Größe, kennen. Im parallaktischen Dreiecke (Parallaxe, S. 250), zum andern Beispiele, muß ich den Erdhalbmesser nach seiner absoluten Größe in Meilen wissen, wenn ich die entsprechende Gestirn-Entfernung eben so absolut in Meilen haben will; ich erlange dieselbe sonst nur relativ, nur im Verhältnisse zu jenem Halbmesser als Einheit.

weit vom Auge, als Endpuncte von Radien aus diesem Auge, welches das Centrum der Hohlkugel abgibt; und ihr gegenseitiger Abstand ist hierbei also nicht die wirkliche lineare, vielleicht Billionen Meilen betragende Entfernung von einander, sondern, wie gesagt, nur der, jenen Abstand bezeichnende Bogen: das Maß des Winkels, welchen die gedachten, zu den beiden Gestirnen führenden Radien am Auge einschließen*.

Dieß macht demnach den angedeuteten eigentlichen Sinn der sphärischen Trigonometrie, der ebenen gegenüber aus, auf dessen Bezeichnung ich mich auch beschränke, so daß ich

(3.) und letztlich nur noch die Definition der „sphäroidischen" Trigonometrie zu geben habe. Unter „Sphäroid" (vergl. d. A.) wird aber hier der durch Umdrehung einer Ellipse um ihre kleine Axe entstehende Körper verstanden, wie wir unseren Planeten Erde (vergl. Abplattung, S. 22.) als ein solches „Sphäroid" kennen gelernt haben. Wäre die Erde eine vollkommne, eine reine Kugel, so würden wir auch nur rein sphärische Dreiecke, Verbindungen der Winkelpuncte durch Bögen größter Kreise, auf ihr finden; wegen der „sphäroidischen" Gestalt des Erdkörpers weichen jene Verbindungslinien (Dreieckseiten) aber von der Gestalt reiner Kreisbögen etwas ab, erhalten (vergl. Entfernung, S. 312), in dieser veränderten Gestalt, den Namen der „geodätischen Linien", und bilden also, statt sonstiger „sphärischer", nunmehr diejenigen „sphäroidischen" Dreiecke, von denen hier die Rede ist, und über deren weitere Behandlung unter unserem astronomischen (oder vielmehr bloß geodätischen) Gesichtspuncte ich im besondern Art. Sphärischer Exceß* (auch schon auf der eben citirten Seite 312 des ersten Bandes unseres Werkes) noch das für uns Nöthigste beibringe.

Die Geschichte der Trigonometrie, in der demnach so engen Beziehung dieser Wissenschaft zur Astronomie, anlangend, worüber ich hier ein Paar Worte sagen muß, so scheint Hipparch aus Nicäa, auch Rhodius genannt, weil er seine Beobachtungen zu Rhodus anfing, und den wir in Vorrücken der Nachtgleichen, als seiner Entdeckung, näher kennen lernen werden, die frühe-

* Ich kann diesen, so viel ich weiß, noch nirgend behörig charakterisirten Unterschied zwischen sphärischer und linearer Messung (sphärischer und ebener Trigonometrie) gar nicht genug hervorheben. Sey Fig. 2. der Tafel XXII. in A das Auge des Beobachters, in M der Mond wirklich, gleichwie in F ein Fixstern; so erscheint uns M dagegen in M', im nämlichen, zum Radius AF gehörigen Bogen, als wenn AM = AF wäre, obwohl sich beide wirkliche, lineare Entfernungen unendlich unterscheiden. Die Messung dieser beiden letzteren wirklichen, linearen Entfernungen von A (durch ebene „parallaktische" Dreiecke) bleibt Aufgabe der ebenen Trigonometrie; die Bestimmung des bloß scheinbaren Bogen-Abstandes FM', als Maß des Winkels M'AF und eventueller Seite eines damit zu bildenden sphärischen Dreiecks, ist aber Sache sphärischer Messung (sphärischer Trigonometrie). — Nehmen wir, um dieß noch mehr zu versinnlichen, an, Mond und Stern ständen heut am Himmel so dicht bei einander, daß ihre gegenseitige sphärische Entfernung fast = 0 wäre, so wird sich dieselbe in wenigen Tagen auf 90 und mehr Grad ändern, ohne daß darum in den linearen Entfernungen beider Gestirne vom Auge der geringste Unterschied eingetreten wäre; die ebene Trigonometrie würde in beiden Fällen ganz dasselbe, die sphärische ein ganz anderes Resultat gewähren.

* Der Ausdruck in dieser Verbindung könnte Leser, welche nicht nachschlagen wollen, befremden. Man erinnere sich aber daran, daß die drei Winkel eines sphärischen (gleichwie eines sphäroidischen) Dreiecks zusammen immer größer als eines ebenen, d. h. also größer, als 2 rechte sind. Dieser Ueberschuß heißt nun eben der „sphärische Exceß;" und seine Anwendung zur Berechnung von Dreiecken, dazu die Daten auf der „sphäroidischen" Erdoberfläche ermittelt worden sind, wird l. c. gezeigt.

ſten Anwendungen trigonometriſcher Rechnung auf aſtronomiſche Beobachtungen gemacht zu haben; wenigſtens behauptet dieß der Alexandriner Theon in ſeinen auf uns gekommenen „Commentarien“ zum „Almageſt“ des Ptolemäus. Eine ſyſtematiſche Anordnung der Hauptſätze der Trigonometrie, und zwar ſowohl der ſphäriſchen als ebenen, findet ſich aber erſt in dieſem letzteren Werke, nur daß Ptolemäus, ſtatt der jetzt gewöhnlichen Sinus, noch die Chorden (der Sinus eines Bogens iſt bekanntlich die halbe Chorde des doppelten Bogens) anwendet. Dieſe Einführung der Sinus für die Chorden, wodurch die beiden trigonometriſchen Disciplinen ſo unendlich gewonnen haben, verdankt man den Arabern: ihr gelehrter Fürſt Albategnius ſoll (Käſtner's, des Göttinger Mathematikers, „Geſchichte der Mathematik“. Götting. 1796. 4 B. 8. I. 520.) im Jahre 880 die erſte Anwendung davon gemacht haben.

Sehr gefördert ward hiernächſt die Trigonometrie durch die Deutſchen Mathematiker des 16. Jahrhunderts; und Regiomontanus (Johann Müller, aus Königsberg in Franken, Buchdrucker zu Nürnberg und tüchtiger Gelehrter) edirte 1533 unter dem Titel „De triangulis omnimodis libri V. Norimb. Fol.“ eine vollſtändige ebene und ſphäriſche Trigonometrie, von welcher der Franzöſiſche Akademiker Montücla: „Histoire des Mathématiques“. 2te Aufl. Paris. 1799. 4 B. 4. I. 544. urtheilt, „daß ſie ſich, mit Ausnahme der Logarithmen und einiger neueren Theoreme, von der Trigonometrie ſeiner Zeit wenig unterſcheide“. Was letztere aber, im Vergleiche mit der Arbeit von Regiomontanus leiſtet, das lernt man, um nun mit noch einigen neueren literariſchen Notizen zu ſchließen, am beſten aus der comparativen Betrachtung unſerer jetzigen Lehrbücher der Trigonometrie kennen. Als das vollſtändigſte darunter wird (vergl. Kugeldreieck S. f.) noch immer Cagnoli's „Trigonométrie rectiligne et sphérique. Traduite de l'Italien par Champré“. 2te Aufl. Paris. 1808. 4. genannt. Kürzer faßt ſich Lacroix „Traité élémentaire de Trigonométrie rectiligne et sphérique“ (vor mir liegt eine 6te Aufl. Paris. 1813. gr. 8, es gibt aber wohl neuere); auch Deutſch durch Ideler. Berlin. 1822. 8. Die ebene Trigonometrie allein handelt (vortrefflich) ab Pfleiderer „Ebene Trigonometrie“. Tübingen. 1802. 8.; gleichwie die ſphäriſche für ſich Zimmermann „Sphäriſche Trigonometrie“. Berlin. 1810. 8. Die ſphäroidiſche Trigonometrie endlich aber, in ihrer nachgewieſenen beſonderen Beziehung zur Geodäſie, findet man demnach auch im „Traité de *Géodésie* par *Puissant*“. 2te Aufl. Paris. 1819. 2 B. gr. 4. II. 212. flgd. („Analyse des triangles sphéroidiques“); und ein vortreffliches deutſches Lehrbuch darüber beſitzen wir von Grunert (dem Greifswalder Mathematiker): „Sphäroidiſche Trigonometrie“. Berlin. 1833. 4.

Tropicus, ſ. Wendekreis.

Tropiſches Jahr, ſ. Jahr, S. 798, wo gezeigt wird, daß man, nach jetziger aſtronomiſcher Definition, darunter diejenige Zeit verſteht, welche der vom Frühlingspuncte, vom „Aequinoctium“, ausgegangene Planet Erde*, oder die Sonne, deren ſcheinbare Bewegung man jener wirklichen ſubſtituirt, gebraucht, um wieder zum nämlichen Aequinoctium zurückzukehren. Dabei iſt aber unerörtert geblieben, weßhalb ein ſolches Jahr denn nun ein, in der ſogleich zu erklärenden Bedeutung des Wortes, „tropiſches“, heißt, da man daſſelbe, nach Maßgabe des angegebenen Punctes, auf den es ſich bezieht, doch vielmehr ein „Aequinoctial“-Jahr nennen ſollte.

Zur Beantwortung dieſer Frage ermeſſe man aber, daß es hierbei urſprünglich auf die Beſtimmung der Zeit der Rückkehr der Jahreszeiten in ihrer Abhängigkeit vom Sonnenſtande ankam: ſchon das Alterthum mußte natürlich wiſſen wollen, wieviel Tage (nachher, und genauer, auch Stunden) verſtreichen, ehe ein gewiſſer Sonnenſtand, eine gewiſſe Jahreszeit wiederkehre, und alſo z. B. eine gewiſſe damit

* Vom „tropiſchen Jahre“ der übrigen Planeten handelt der folgende Artikel Tropiſche Revolution.

verbundene Feldarbeit vorzunehmen ſey, oder ein anderer daran gebundener Umſtand vorkomme. So wußten (vgl. Ideler's, des verewigten Berliner Hofaſtronomen, „Lehrb. d. Chronologie". Berlin. 1831. gr. 8. S. 68) die alten Aegypter, daß mit der Wiedererſcheinung (dem „heliſchen" Aufgange, ſ. d. A. S. 82) des Fixſterns Sirius in der Morgendämmerung, auch die Nil-Ueberſchwemmung wiederkehre; und ſie hatten wahrgenommen, daß bis zu einer ſolchen Wiedererſcheinung ohngefähr 365 volle Tage verſtreichen, d. h. alſo, daß das Sonnenjahr ſoviel volle Tage halte, demgemäß ſie ſich, wenn die wirkliche Beobachtung des Sirius etwann durch Witterung verhindert wurde, auf das in Rede ſtehende Naturereigniß zur rechten Zeit (nach ſoviel vergangenen Tagen) bereit halten konnten.

Später, und als die beobachtende Aſtronomie ſchon mehr Fortſchritte gemacht hatte, fand man, daß ſich jene Jahresdauer auch durch Meſſung von Sonnenhöhen ermitteln laſſe: die Sonne ſteht z. B. in der nördlichen Halbkugel zu dem beſtimmten Mittage unſeres jetzigen 21. Juni am höchſten (hat dann dort die geringſte Zenithdiſtanz, macht den längſten Tag, beſchreibt den größten Tagbogen); und wenn man demnach dieſe größte Sonnen-Mittagshöhe (geringſte Zenithdiſtanz) bei ihren ſucceſſiven Eintritten an den betreffenden Mittagen maß, ſo mußte man gewahr werden, daß dazwiſchen immer 365 volle Tage verſtreichen, oder daß die Rückkehr der Sonne zu dieſer geringſten Zenithdiſtanz, zu dieſem Puncte ihrer Bahn, zu dieſem Stande, den wir Sommer nennen, ſoviel Zeit erfordere, mit noch andern Worten, daß das Sonnenjahr, wie wir es hier auf ſucceſſive Sommeranfänge beziehen, 365 volle Tage lang ſey.

Die Beobachtung zeigte aber ferner, daß die Sonne von dieſem Tage ihrer kleinſten Zenithdiſtanz an, ſich wieder weiter vom Zenith entferne, daß ſie gleichſam „umwende", daher der an einem ſolchen Tage durch ſie beſchriebene Tagkreis der „Wendekreis" (ſ. d. A.), auf Griechiſch „τροπικος" genannt wurde; — und daher iſt alſo zunächſt der Beiname „tropiſch" für das Sonnenjahr gekommen, über welchen ich hier Auskunft geben ſollte.

Wie hat derſelbe ſodann aber, in der oben angedeuteten Art, auf das „Aequinoctial"-Jahr übergehen können?

Die Griechiſchen Aſtronomen, namentlich der ſcharfſinnige Hipparch (deſſen ich, unter dem biographiſchen Geſichtspuncte, nur erſt im vorangehenden Art. Trigonometrie erwähnt habe), wurden, wie uns Ptolemäus im 3. Buche ſeines „Almageſt" berichtet, bei fortgeſetzten ſolchen Beobachtungen der Sonnen-Mittagshöhen im Tropikus, inne, daß davon keine große Genauigkeit zu erwarten ſey, indem die Sonne zu dieſer, deßhalb auch „Solſtitium" (Sol und Sisto) genannten Zeit ihre Mittagshöhe von einem Tage zum andern wenig ändert, gleichſam „ſtill ſteht"; und ſie verfielen daher auf den Gedanken, der Beobachtung der Sonne in dieſem Puncte ihrer Jahresbahn, vielmehr eine andere Beobachtung in den Aequinoctien* z. B. im Frühlings-Aequinoctium, wo jener hindernde Umſtand nicht eintrifft, zu ſubſtituiren, und die geſuchte Jahresdauer hieraus abzuleiten. Denn da es ſich dabei natürlich nur um eine mittlere Dauer handelt, ſo war es offenbar gleichgiltig, ob man den Sonnen-Umlauf, das Sonnenjahr, die Dauer der Rückkehr der Jahreszeiten, von einem oder dem andern Bahnpuncte bis wieder zu demſelben, vom Sommer-Solſtitium zum nämlichen Solſtitium, oder vom Frühlings-Aequi-

* Ich habe den jetzigen Modus dieſer Beobachtung im Artikel Frühlingspunct, S. 586, erörtert und bitte, gedachten Artikel zuvörderſt zu vergleichen. Man wird dann beſſer einſehen, daß Hipparch denſelben Zweck erreichte, indem er einen großen Ring in die Ebene des Aequators brachte und die Zeit beſtimmte, da der Schatten der von der Sonne, wenn ſie eben in jene Ebene trat, beſchienenen vorderen Hälfte des Ringes genau die hintere Hälfte bedeckte, welches demnach den Moment der Nachtgleiche gab.

noctium bis zum ſelbigen Aequinoctium rechnete *.

Alſo iſt es denn, wie man nun vollkommen verfolgen kann, zugegangen, daß die irdiſche Aſtronomie ihr Sonnenjahr ** von der (Frühlings-) Nachtgleiche bis wieder dahin angenommen, gleichwohl aber für daſſelbe den Beinamen des „tropiſchen“ (ſtatt, wie ſie demnach eigentlich hätte ſagen ſollen „Aequinoctial“-) Jahres, beibehalten hat: die (mittlere) Dauer des Umlaufes der Sonne von einem Solſtitial- oder einem Aequinoctial-Puncte bis respective wieder zu demſelben, bleibt, wie geſagt, dieſelbe; und da man überdieß die Längen (und geraden Aufſteigungen aller Geſtirne und alſo auch) der Sonne zugleich vom ſelbigen Puncte an zählt, ſo iſt der für das „tropiſche“ Jahr gewählte aſtronomiſche Bezug auf dieſen Punct um ſo angemeſſener.

Das Julianiſche Kalenderjahr dagegen verdient im eigentlicheren Wortſinne den Namen eines „tropiſchen“: Julius Cäſar, bekanntlich der Gründer dieſer Jahresrechnung, wollte daſſelbe (vergl. Kalender, S. 839) wirklich gerade mit dem Solſtitium, und alſo ſtreng „tropiſch“ angehen laſſen, nur daß Er, aus den l. c. hervorgehobenen Gründen, ſtatt des oben zum Beiſpiele gewählten Sommerſolſtitiums, das Winterſolſtitium („*Bruma*“) dazu auserſehen hatte; — und lediglich die, den Römern wichtige Rückſicht auf den Mondlauf veranlaßte ihn, den Anfang dieſes erſten Julianiſchen Jahres auf den Tag eines kurz nachher einfallenden Neumondes zu fixiren, und letzteren Tag als erſten Januar zu bezeichnen. Unſer, in der Hauptſache, „Julianiſch“ gebliebener Kalender hat (und behält) die Winterſonnenwende („*Tropicus*“ *Capricorni*) auf den 21. December, hebt ſein neues Jahr daher eben ſo regelmäßig (21. Decbr. bis 1. Januar einſchließlich = 11 Tage) mit dem 11. Tage nachher an, und kann alſo, unter dieſem Geſichtspuncte, in der That ein, wenigſtens eigentlicher tropiſches genannt werden.

Dieſe Explicationen dürften über den betrachteten Gegenſtand ſelbſt hinreichen; und ich habe nur noch eines Nebenumſtandes zu erwähnen, welcher, wie ich weiß, zuweilen Anſtoß gibt.

Mit der obigen Anführung nämlich, daß der Aſtronom ſein „tropiſches“ Sonnenjahr von der Frühlingsnachtgleiche, und alſo von der ihr entſprechenden Zeit, bekanntlich des 21. bis 22. März, an rechne, und die Längen der Sonne, d. h. die Bewegung dieſes Geſtirns, vom entſprechenden (Aequinoctial-) Puncte, als Anfangszähl- oder Nullpuncte nehme, ſcheint im Widerſpruche zu ſtehen, daß die aſtronomiſchen Tafeln (vergl. d. A.) bei jener Bewegung vielmehr mit dem 1. Januar anheben, und ſomit dieſen Tag als Anfangszähltag bezeichnen. Allein man muß dabei nicht vergeſſen, daß Dasjenige, was die Tafeln ſolchergeſtalt vom 1. Januar ab nachweiſen, weiter nichts als ein Zuſatz zur Epoche (vgl. auch dieſen Art.), d. h. zu einer, nicht weniger vom Frühlingspuncte an gerechneten (mittleren) Länge iſt, dergeſtalt, daß hierbei gleichwohl wirklich immer nur vom letzteren an gezählt und der Anfang des aſtronomiſch-„tropiſchen“ Jahres alſo in der That bloß auf die Frühlingsnachtgleiche und ihre Zeit bezogen wird. Wenn die Tafel z. B. am 1. Januar 1800 nur eine (erſt- oder Eintägige) Länge der Sonne mit . . 0 0 59′ 8″,3 anſetzt, ſo verſteht ſie dabei ausdrücklich eine hinzuzufügende, vom Frühlingspuncte an gerech-

* Für Leſer, welchen hierbei das Vorrücken der Nachtgleichen (ſ. d. Art.) ſtörend beifallen ſollte, bemerke ich, daß dieſes „Vorrücken“ den Solſtitial- mit den Aequinoctial-Puncten gemein iſt; die Entfernung zwiſchen der Nachtgleiche und der nächſten Sonnenwende bleibt immer = 90°; die Sonne (Erde) muß in ihrer Jahresbahn immer 90° zurücklegen, ehe auf die Nachtgleiche das Solſtitium folgen kann.

** Nur von dieſem „tropiſchen“ Sonnenjahre iſt hier die Rede; ſein Unterſchied vom „ſideriſchen“ u. ſ. w. findet ſich dagegen im Art. Jahr, S. 800, erörtert.

nete, gleichzeitige „Epoche“ (mittlere Länge) von . 9Z 9° 54′ 7″

alſo eine Geſammtlänge von . . . 9Z 10° 53′ 15″,

bei welcher alſo die Zählung immer vom Nachtgleichenpuncte an gemeint iſt, indem die Sonne, um von dieſer, alſo ſeit dem vorjährigen 21. (22.) März ſchon erreichten Länge, zu jenem Ausgangspuncte, d. h. wieder zu . . 12Z „ „ „

zu kommen, nur noch 2Z 19° 6′ 45″ zu machen hat, welche ſie in den 80 Tagen vom 1. Januar (ausſchließlich) bis 22. März (einſchließlich) auch wirklich nur zurücklegt*.

Hierdurch iſt alſo, meiner Abſicht gemäß, auch noch der ſcheinbare Widerſpruch zwiſchen dem unmittelbaren Anſatze der Tafel der Sonnenbewegung einerſeits, und der aſtronomiſchen Beſtimmung der Bahn- und Zeitgrenze des „tropiſchen“ Sonnenjahres anderſeits, vollkommen aufgeklärt; und ich kann demnach den gegenwärtigen Zuſatz-Artikel zu Jahr ſomit beſchließen.

Tropiſche Revolution, ſ. ſogleich Revolution, wo der Unterſchied zwiſchen „tropiſcher Revolution“, als Rückkehr eines (Kometen, Haupt- oder Neben-) Planeten zu den beweglichen Aequinoctialpuncten, — und ſideriſcher Revolution, dem Wiederzuſammentreffen (Wiedereintreffen) jener Weltkörper mit (bei) einem nämlichen, unbeweglich erachteten Fixſterne*, im Allgemeinen erörtert wird. Hier muß ich jedoch noch in einiges nähere Detail über den Gegenſtand eingehen.

Den Grund zuvörderſt der Benennung „tropiſcher“ ſtatt „Aequinoctial-Revolution“, wie es, bei der Beziehung auf dieſe „Aequinoctial“-Puncte, doch eigentlich heißen ſollte, habe ich im unmittelbar voraufgehenden Artikel Tropiſches Jahr nachgewieſen. In demſelben Artikel iſt ferner ſpeciel von der „tropiſchen“ Revolution des Planeten Erde: dem „tropiſchen“ Erd- („Sonnen-“) Jahre, die Rede geweſen, ſo daß ich, bevorwortetermaßen, jetzt nur noch über die tropiſche Revolution der übrigen „Planeten“ (worauf ich mich, von den Kometen und Monden abſehend, beſchränke) zu handeln habe.

Um den Begriff von der Sache ſelbſt ſodann aber nochmals recht zu fixiren, wollen wir uns, welches hier zuläßig iſt, erſt alle Planetenbahnen als concentriſche, ſämmtlich in derſelben Ebene der Ekliptik liegende, natürlich kleinere und größere Kreiſe, mit dem gemeinſchaftlichen Centrum der (vergl. die voraufgehende Anmerk.) Sonne denken. Vom Mittelpuncte der letzteren ſoll eine Gerade, die „Aequinoctiallinie“, nach dem Aequinoctial-Frühlingspuncte der Ekliptik gehen, welche alſo, hinreichend verlängert, in jeder, auch noch in der äußerſten jener Planetenbahnen einen, dieſem Ae-

* Vom 1ſten Januar bis 22ſten März des Gemeinjahres 1800 ſind (30 + 28 + 22 =) 80 Tage, binnen welchen die Sonne mit der obigen mittleren täglichen Bewegung der 59′ 8″,3 (80 . 59′ 8″,3 =) 2Z 18° 51′ 4″, alſo ſehr nahe die angegebenen 2Z 19° zurücklegt. — Die Differenz darf nicht befremden, da hier nur von ganzen Tagen die Rede iſt.

* Ich darf wohl kaum daran erinnern, daß hier natürlich nur ein aus der Sonne, als dem Centrum der planetariſchen Bewegung, geſehenes (ein heliocentriſches) Wiederzuſammentreffen des Planeten mit demſelben Fixſterne (oder mit dem Aequinoctialpuncte) gemeint iſt; denn von der unterdeß mitbewegten Erde aus (geocentriſch) könnte ein ſolches Wiederzuſammentreffen allwohl Statt finden, ohne daß dabei eben die volle planetariſche Revolution Bedingung wäre. Auch wiederhole ich aus früheren Artikeln in ſprachlicher Beziehung, daß für dieſe beiden Arten von Revolutionen: die tropiſche und ideriſche, oft auch der gemeinſchaftliche Ausdruck der periodiſchen gebraucht wird.

quinoctialpuncte entſprechenden Bahnpunct bezeichnet; und wir wollen alle Planeten zugleich, jeglichen in ſeinem Kreiſe, von dem darin ſolchergeſtalt bezeichneten Bahnpuncte auslaufen laſſen: ſo werden ſie, nach Maßgabe der verſchiedenen Größe der Kreiſe, früher oder ſpäter zu dieſen Puncten, d. h. alſo zu der (verlängerten) „Aequinoctiallinie" zurückkehren; — und dieſer Umlauf der Planeten (für den Planeten Erde namentlich die Rückkehr zum Frühlingspuncte in der Ekliptik ſelbſt) heißt nun, aus den, im vorangehenden Art. (Tropiſches Jahr) entwickelten Gründen, wie geſagt, die „tropiſche Revolution" der verſchiedenen Planeten, oder, wenn man den Ausdruck „Jahr" in unſerm Sinne auch auf ſie anwenden will, ihr „tropiſches Jahr". Dabei iſt, zur Erleichterung der Vorſtellung, gleich noch poſtulirt, daß die Planetenbahnen ſämmtlich genau in der Ebene der Ekliptik liegen, welche Bedingung bekanntlich nicht Statt hat; allein zur Hebung dieſer Bedenklichkeit nehme man jetzt, ſtatt unſerer Aequinoctiallinie ſelbſt, nur eine durch ſie hindurch gehende, auf jener Ebene der Ekliptik ſenkrechte Ebene (welche alſo die „Aequinoctial-Ebene" heißen könnte) an; alsdann wird deren Durchſchnitt mit den verſchiedenen Planetenbahnen in denſelben nicht weniger die Lage der „Aequinoctiallinie" angeben, und demnach darin den, auf eine jede Bahn bezogenen Frühlingspunct bezeichnen, von welchem an, wie ich nunmehr, des Folgenden wegen, auch mitbedinge, nach der Folge der Zeichen (ſ. d. A.), die Längen jedes Planeten in ſeiner Bahn fortgezählt werden.

Ich poſtulire ferner, daß die noch weiter und bis zum Fixſternhimmel hin verlängerte Aequinoctial- (wie geſagt, zunächſt vom Sonnen-Mittelpuncte nach dem Frühlingspuncte in der Ekliptik ſelbſt gedachte) Linie zugleich genau auf einen, alſo eben perpendicular über dieſem Frühlingspuncte ſtehenden Fixſtern („Sidus") treffe*, demgemäß ſich die Erde, gleich jedem andern Planeten, nach einem vollendeten (tropiſchen) Umlaufe (nach einer Rückkehr in die „Aequinoctial"-Linie oder Ebene) auch dieſem Fixſterne (vergl. ia das Folgende) wieder gerade gegenüber (genau zwiſchen ihm und der Sonne) finde; ſo heißt eine ſolche, alſo mit Bezug auf den Fixſtern angenommene und zu ihm ausgeführte Rückkehr des Planeten, im Gegenſatze jener tropiſchen, wie wir wiſſen, die ſideriſche Revolution; — und dieſelbe würde hiernach der tropiſchen an Dauer vollkommen gleich ſeyn und bleiben, wenn nur auch die Aequinoctiallinie, eben ſo wie der Fixſtern, vollkommen ſtreng in ihrer Lage bliebe. Allein dieſe Linie (Ebene), weßhalb ich eben erſt hierher verwieſen habe, drehet ſich vielmehr (ſ. nochmals Vorrücken der Nachtgleichen), unter dem perpendicular über dem Frühlingspuncte und daſelbſt unbeweglich angenommenen Fixſterne hinweg, langſam wider diejenige „Folge der Zeichen", nach welcher die Planeten, angegebenermaßen, laufen: ſie kommt ihnen demnach bei dieſem Laufe gleichſam entgegen; und alſo geſchieht es, daß die Rückkehr zu ihr: die „tropiſche Revolution", in kürzerer Zeit als die Rückkehr zu dem, wie geſagt, unbeweglich angenommenen Fixſterne: die ſideriſche Revolution, vollbracht wird, und daß letztere daher immer länger als jene, und zwar in dem Maße länger ausfällt, als (vergl. Sideriſche Revolution) die Revolutionen überhaupt länger dauern. Dieſe rückläufige Bewegung der Aequinoctiallinie (Ebene), d. h. alſo des Frühlingspunctes auf dem Umkreiſe der Ekliptik, beträgt, wie im citirten Art. Vorrücken der Nachtgleichen gezeigt wird, alljährlich* 50 Bogenſe-

* Wie dieſer Fall (vgl. Vorrücken der Nachtgleichen) vor etwann 2000 Jahren, zu welcher Zeit der Stern γ des Widders eben ſenkrecht über dem Frühlingspuncte ſtand, wirklich Statt gehabt hat.

* „Alljährlich," nämlich in einem „tropiſchen" Erdenjahre; während der Planet Erde vom Frühlingspuncte bis neuerdings zu dieſem, ihm alſo entgegenrückenden Puncte gelangt iſt, wie wir das tropiſche Jahr alſo definirt haben, hat der gedachte Punct die obigen

kunden, um die ſich der gedachte Punct vom Fixſtern rückwärts entfernt, und zu deren Durchlaufung, Behufs der nachherigen Wiedererreichung dieſes Sterns, zunächſt der (beſtimmte) Planet Erde 20′/3 Zeitminuten = 1220 Secunden* gebraucht, welche alſo den Zeitunterſchied zwiſchen der „tropiſchen“ und ſideriſchen Revolution der Erde, d. h. zwiſchen unſerem „tropiſchen“ und ſideriſchen Jahre abgeben; — und in der That finden die Leſer in dieſem Artikel Jahr, S. 799, die Dauer des letzteren zu . 365 T. 6 St. 9′ 11″, und des erſteren zu . . . . . 365 „ 5 „ 48′ 51″

mithin der Unterſchied = . . „ „ „ „ 20′ 20″ = den 1220″ nachgewieſen.

Das Verfahren zu dieſer Ermittlung der Dauer der „tropiſchen Revolution“ des Planeten Erde aus Beobachtung der Zeit der Nachtgleichen, wovon man ſich ohnedieß leicht eine Vorſtellung macht, habe ich ausführlicher im letzteren Artikel, S. 207, gelehrt; die Art der Herleitung des ſideriſchen Jahres der Erde aus dieſer tropiſchen Revolution geht aber ſchon aus dem nur eben Vorangeſchickten hinreichend hervor. Für die übrigen Planeten wendet man, Behufs dieſer Beſtimmung, die der unmittelbaren Beobachtung nicht weniger ſtets zugänglichen ſynodiſchen Umläufe (vergl. d. Art.): die Conjunctionen der unteren und die Oppoſitionen der oberen Planeten, an. Wird von uns ein „unterer“ Planet, z. B. Mercur, nach einer gewiſſen Zeit zunächſt wieder etwann in unterer Conjunction mit der Sonne erblickt, und wo demnach ſein geocentriſcher Ort dem heliocentriſchen gleich iſt, ſo ſagt man ſich ſehr einfach: in dieſer Zeit hat Mercur mit ſeiner ſchnelleren Bewegung nicht nur die vollen 360° ſeiner ganzen Bahn um die Sonne, ſondern darüber auch noch ſo viel Grade mehr gemacht, als die Erde während derſelben Zeit in ihrer Bahn tropiſch* zurücklegt, woraus die Zeit, deren er zur Durchlaufung der bloßen 360°, d. h. zu ſeiner „tropiſchen Revolution“ bedarf, durch bloße Regel-de-tri folgt; — und iſt dagegen von einem oberen Planeten, z. B. vom Mars die Rede, der ſich alſo langſamer als die Erde bewegt, ſo muß vielmehr letztere von einer Mars-Oppoſition zur nächſten (in welchen die geocentriſchen Orte bekanntlich wiederum den heliocentriſchen gleich ſind) ihre ganze Bahn und noch ſo viele Grade darüber, als Mars unterdeß macht, tropiſch durchlaufen, woraus die „tropiſche Revolution“ auch dieſes oberen Planeten Mars nicht weniger durch bloße Regel-de-tri ſogleich abzuleiten ſteht. Da ich mich in den beiden citirten Artikeln Conjunction und Oppoſition weitläuftig hierüber erklärt habe, ſo begnüge ich mich, zur planmäßigen Abrundung des Vortrages in ſich ſelbſt, gegenwärtig mit dieſer bloß allgemeinen Anweiſung, und verweiſe wegen des Details auf jene Artikel. Hat man ſolchergeſtalt aber nur erſt die „tropiſchen Revolutionen,“ welche uns hier eigentlich beſchäftigen, nach ihrer genaueſten Dauer ermittelt, ſo gehen daraus hinwiederum auch die ſideriſchen alsbald hervor. Wir haben, um dieß an einem Beiſpiele zu zeigen, die tropiſche Revolution des Mars (vergl. Jahr, S. 808) = 686 T. 22 St. 18′ gefunden, und wiſſen aus dem Vorangehenden, daß der Nachtgleichenpunct in (1 Jahre) 365 Tagen um 50, und alſo in 687 Erdentagen um 94 Bogenſecunden zu-

50 Bogenſecunden gemacht, und hat ſie alſo im tropiſchen Jahre gemacht.

* Die (mittlere) Bewegung der Erde beträgt (vgl. gleich den vorangehenden A. Tropiſches Jahr) in 24 Stunden (= 86400″) 59′ 8″ = 3548″; und man hat alſo 3548 Bogenſecunden : 86400 Zeitſecunden = 50 Bogenſecunden : den obigen 1220 Zeitſecunden.

* „Tropiſch,“ weil man dabei nach Längen, alſo vom Frühlingspuncte an rechnet, auf welchen ſich, auseinandergeſetztermaßen, eben der Begriff des „tropiſchen“ bezieht.

rückgeht, auf deren Durchlaufung Mars „ 1 St. 12'

verwendet, demgemäß die ſideriſche Revolution (das ſideriſche Jahr) dieſes Planeten . . 686 T. 23 St. 30' beträgt, wie ich dieſelbe Dauer auch im Art. Mars, S. 69, nachweiſe.

Kennte man endlich aber, ſtatt der „tropiſchen," vielmehr die ſideriſche Revolution,* und wollte, umgekehrt, aus der letzteren jene erſtere herleiten, ſo hätte man, wie der bloße Anblick des voranſtehenden Exempels zeigt, alsdann von jener nur den Betrag der inzwiſchen Statt gehabten Bewegung des Aequinoctialpunctes in Zeit * abzuziehen, wodurch ſich dieſelbe demgemäß alsbald ergibt; und mit welcher Andeutung ich alſo dieſen Artikel „Tropiſche Revolution" beſchließe.

* Wie aber ſollte man ſie ermitteln? Abermals aus der „ſynodiſchen" Revolution, nur daß man ſich dann, ſtatt, wie oben, auf die tropiſche, vielmehr auf die *in specie* nicht weniger ſchon bekannte, ſideriſche Bewegung des (Vergleichs-) Planeten Erde bezöge. — Der Artikel Umlaufszeit führt mich übrigens auf dieſe Ableitungen aus dem Synodiſchen, als dem Fundamentalen, zurück.

* Bei der geringen Verſchiedenheit der Dauer der beiden Arten von Jahren und der nicht weniger nur geringen Bewegung des Frühlingspunctes kann dieſe letztere tropiſch oder ſideriſch für gleich groß erachtet werden. — eine Bemerkung, durch welche für tiefer gehende Leſer der Einwendung einer ſcheinbaren petitio principii vorgebeugt werden ſoll.

U.

Uhr; Horologium; *Horloge*, Pendule, Montre. In der allgemeinſten Bedeutung: jede zur Eintheilung und zur Angabe der Zeit eingerichtete Maſchine; im neueren, namentlich aſtronomiſchen Sinne aber eine ſolche durch Räderwerk getriebene Maſchine. Von den Sonnenuhren nämlich, welche mir meine Leſer einwenden könnten, iſt hierbei keine Rede; ich handle davon unter einem andern Geſichtspuncte im beſondern Artikel Gnomonik, und komme unten nur zur Vergleichung darauf zurück; — die uralten Sand- und Waſſeruhren aber, welche wohl noch auf den Kanzeln geſehen werden, ſind ſo höchſt unvollkommene Inſtrumente, daß ich ihrer weiter gar nicht mehr erwähne.

Als aſtronomiſches Inſtrument zuvörderſt findet ſich die, alſo „Zeit meſſende und angebende Räder-Uhr" ſchon in dieſem Collectiv-Artikel Inſtrumente, aſtronomiſche, überhaupt bezeichnet. Da der ganze Himmel mit allen ſeinen Geſtirnen in einer immerwährenden Bewegung begriffen iſt, ſo reicht es nicht hin, den Ort, die gegenſeitige Entfernung u. ſ. w. dieſer Geſtirne zu kennen, ſondern man muß auch den Moment anzugeben wiſſen, zu welchem jeder ſolche Wechſel ihrer Erſcheinung eintritt. Nun liegt der Forderung dieſer Beſtimmung durch ein Inſtrument, ihrer Natur gemäß, die Bedingung der Gleichförmigkeit der Angaben dieſes Inſtruments, als unerläßlich, zu Grunde: wenn das, angedeutetermaßen, durch Räderwerk getriebene und in Bewegung im „Gange" erhaltene, aſtronomiſche Inſtrument der „Uhr" die Momente der Himmelserſcheinungen, die Zeitverſchiedenheiten zwiſchen ihnen u. ſ. w. nach einem richtigen Verhältniſſe angeben ſoll, ſo muß jene Bewegung, jener Rädergang ein gleichförmiger, er muß ein ſolcher ſeyn, daß dabei gleich lange dauernde Zeiträume auch auf gleiche Art bezeichnet werden. Da meine Leſer die „Uhr" vor Augen haben, ſo darf ich alsbald ſagen: ihr Gang muß ſchlechterdings ſo eingerichtet ſeyn, daß der durch das Räderwerk getriebene Zeiger genau eben ſo viel Zeit gebraucht, um z. B. von der 12 zur 1, wie von der 1 zur 2

zu gelangen u. s. w.; und die Hauptaufgabe war also die, eine Bewegung von unzweifelhafter Gleichförmigkeit, Behufs der Vergleichung des sodann darauf zu beziehenden Uhrganges zu ermitteln: der Construction der zur Zeitmessung bestimmten „Uhrmaschine" selbst mußte die Kenntniß eines solches untrüglichen Mittels der nachherigen Prüfung der Gleichförmigkeit vorangehen.

Ein solches Mittel bietet glücklicherweise der Himmel selbst dar. Wir wissen, namentlich aus den Artikeln Aufsteigung, gerade, Sternzeit und Tag und Unveränderlichkeit seiner Dauer, daß die wirkliche Arendrehung der Erdkugel von Abend gegen Morgen, gleichwie die dadurch veranlaßte (scheinbare) tägliche Himmelsbewegung von Morgen gegen Abend mit der verlangten vollkommenen Gleichförmigkeit vor sich gehen, und daß also ein Fixstern immer und immer genau 24 Stunden der eben citirten Sternzeit, d. h. 1 Sterntag gebraucht, um die vollen 360° jener Tagesbewegung gleichförmig zurückzulegen, dergestalt, daß auf den 24sten Theil der 360 Grade oder auf $\left(\frac{36}{24} =\right)$ 15° auch der 24ste Theil des Sterntages, d. h. 1 Sternstunde u. s. w. kommen.

Die Forderung an das Uhrwerk reducirte sich demnach nunmehr darauf, der so vollkommen gleichförmigen Bewegung eines Fixsterns* in seinem Tagkreise mit derselben Gleichförmigkeit zu folgen, also während der Durchlaufung der 360° dieses Kreises durch den Stern einen** vollen Umlauf des Stundenzeigers, während der 15° ein Fortrücken von 1 Stunde u. s. w. zu bewirken; — und diese Absicht ist nach vielfachen vergeblichen Anstrengungen, deren Geschichte ich in Pendel, S. 280 flgd. vortrage, vermittelst der Stern-Pendeluhren erreicht worden, von welchen der Art. Sternzeit handelt. Eine solche („astronomische" oder) Stern-Pendeluhr* beschreibt ihre 24 Stunden in einem Sterntage (in der Zeit, welche vom Eintritte eines Fixsterns oder eines bestimmten Aequatorspunctes in den Meridian bis zum nächsten Wiedereintritte verstreicht), und ist, wie auch schon im citirten Art. Sternzeit bevorwortet worden, für den Augenblick der Culmination des Frühlingspunctes auf 0 (24) ^{h} 0′ 0″) gestellt, demgemäß ihre Zeit (1 Stunde = 15°) im späteren Augenblicke der Culmination jedes folgenden Gestirns zugleich dessen gerade Aufsteigung angibt. Auf diese Uhr-Sternzeit (Fundamentalzeit) muß bei der also für sie allein ausführbaren beständigen unmittelbaren Vergleichbarkeit mit der Tagesbewegung des gestirnten Himmels (mit der Arendrehung der Erdkugel), als dem nachgewiesenen Urtypus der vollkommenen Unveränderlichkeit und Gleichförmigkeit, alles andere Zeitmaß zurückgeführt werden.

Als ein solches zweites, seiner bequemeren Anwendung wegen, der Uhreinrichtung zu Grunde gelegtes Zeitmaß hat man nämlich die „mittlere" Sonnenzeit (vergl. d. A.) angenommen. Die „wahre," von den Sonnenuhren, auf die ich unter diesem Gesichtspuncte der bloßen Vergleichung hier zurückkom-

* Eines „Fixsterns"; denn den übrigen Gestirnen wohnen Eigenbewegungen bei, wogegen hier für den „Fixstern" gänzliche Unbemerkbarkeit einer solchen Eigenbewegung, wenigstens von einem Tage zum andern, angenommen wird.

** „Einen" oder zwei, nachdem das Zifferblatt gleich in 24 gleiche Theile (wie z. B. der Stundenring auf dem Globus), oder, nach der gewöhnlicheren Art, nur in 12 solche Theile getheilt ist.

* Ich sehe hierbei aus dem citirten Artikel die Kenntniß der astronomischen Secunden-Pendeluhr, wie diese Uhren in der Regel eingerichtet sind, voraus, und bemerke unter dieser Voraussetzung nur gleich noch, daß man (vergl. Sternzeit) jede solche, mittlere Sonnenzeit zeigende (d. h. also gewöhnliche) Uhr auf Sternzeit bringen (so viel schneller gehend machen) kann, indem man ihre Linse 2,3 Pariser Linien höher schraubt. Umgekehrt wird natürlich die Sternuhr durch eine gleiche Erniedrigung der Linse zur gewöhnlichen Pendüle (geht dann im nämlichen Verhältnisse langsamer).

men wollte, gezeigte Zeit entbehrt wegen des l. c. nachgewiesenen veränderlichen Ganges der wahren Sonne aller Gleichförmigkeit, welche wir gleichwohl als Grundbedingung der Uhr-Construction erkannt haben, und man hat also eine mittlere, den Aequator mit sonach gleichförmiger Geschwindigkeit durchlaufende Sonne fingirt, und die danach regulirten Uhren in der Art eingerichtet, daß sie (statt wie jene Sternuhren von einer Stern-Culmination zur nächsten, vielmehr) von einer Culmination dieser fingirten, mittleren Sonne bis zur folgenden ihre 24 Stunden beschreiben.

Solchergestalt sind bekanntlich unsere gewöhnlichen Taschen- und Pendeluhren, auch die, nur mit größerer Sorgfalt gearbeiteten Chronometer (s. d. A.) gebauet; und die von ihnen gezeigte „mittlere Sonnenzeit" wird (vgl. wieder Sonnenzeit, S. 458) zur Uhrprüfung* dadurch mit der obigen (Fundamental-) Sternzeit verglichen, daß während ihrer bloßen 24 Stunden die Sternuhr 24 St. 3′ 56″,5, also die letzteren 3′ 56″,5 mehr durchlaufen haben muß, welche Bedingung demnach eine beständige Zurückführung auf das ursprüngliche Zeitmaß des Stern- und Sternuhr-Laufes gestattet. Nach dieser mittleren Zeit seines bestimmten Meridians rechnet übrigens nicht weniger der Astronom; neben seiner oben beschriebenen Stern-Uhr, welche ihm, wie gesagt, mit dem Augenblicke der Culmination eines Gestirns in Sternzeit zugleich dessen gerade Aufsteigung angibt und dadurch ihren Zweck erfüllt, hat er noch seine, nach solcher mittleren Sonnenzeit regulirte (Secunden-) Pendel-Uhren** und Chronometer; in ihrer (in der „mittleren Sonnenzeit" seines Meridians) kündiget er den Eintritt sonstiger Himmelsbegebenheiten, z. B. einer Finsterniß an; und auf diese Zeit beziehen sich die in den, für den betreffenden Meridian berechneten astronomischen Tafeln ohne weitere Bemerkung vorkommenden Zeitangaben.

Der Astronom bedarf demnach, um nun zu resumiren, neben der Stern-Uhr, welche das besondere Hülfsmittel unmittelbaren Ausdruckes der geraden Aufsteigungen durch die entsprechenden Uhr-Sternzeiten abgibt, auch der in der gewöhnlichen, allgemein gebräuchlichen Art nach mittlerer Sonnenzeit regulirten Pendeluhren und Chronometer, auf deren Zeitangaben sich also seine Tafeln beziehen. Ueber die danach sehr einfache Einrichtung und Darstellung der „Sternuhren" aus diesen letzteren Pendülen ist oben das Erforderliche beigebracht; über die gewöhnlichen Pendeluhren und die Chronometer aber handeln die Artikel Pendel (S. 280) und Chronometer, wo sich auch die Geschichte der Erfindung und allmäligen Vervollkommnung der „Uhren" findet, so daß ich hier nur noch die erforderlichen literarischen Notizen zu geben habe. Das Ganze der Uhrmacherkunst aber handeln ab: Geißler „Lehrbegriff der Uhrmacherkunst." Lpzg. 1793.

* Eine andere Prüfung gewährt freilich die im Vortrage über Sonnenzeit allein vorgeschriebene Vergleichung der Gleichung der Zeit (vergl. d. Art.); allein die oben geforderte Unmittelbarkeit wird nur durch die Beziehung auf „Sternzeit" dargeboten, indem der Gleichung der Zeit in aller Strenge höchst umfassende Rechnungen zu Grunde liegen.

** Wir wollen uns zur Versinnlichung eine solche (gewöhnliche) und eine Sternuhr neben einander denken; die letztere zeigt, angeführtermaßen, 0^h 0′ 0″ im Augenblicke der Culmination des Frühlingspunctes; die erstere dagegen gibt 0 (oder nach der gewöhnlichen Einrichtung des Zifferblattes 12^h) 0′ 0″ an, wenn der Mittelpunct ihrer fingirten Sonne im Meridian stehen sollte. Diese Zeiten werden natürlich nur höchst selten zusammentreffen; und wenn man also beide Uhren (die in Sternzeit und mittlerer Sonnenzeit durchlaufenen Stunden, Minuten) unmittelbar auf einander beziehen wollte, so müßte man sich die Stunde, Minute, Secunde der gewöhnlichen Pendeluhr in jenem Augenblicke bemerken, in welchem die Sternuhr eben 0^h 0′ 0″ hat.

4. und der große Französische Uhrkünstler Berthoud (Ferdinand, geb. 1727 in der Grafschaft Neufchatel, aus angeborner Neigung Uhrkünstler, und gestorben zu Paris 1807) „Traité des horloges.“ 2te Aufl. Paris. 1786. 4. Für das Bedürfniß meiner Leser, namentlich unter unserem astronomischen Gesichtspuncte, wird genügen des fleißigen Leipziger Astronomen Jahn „Anleitung zur Bestimmung des Ganges und Standes der Uhren.“ Lpzg. 1842. 8., wo S. 23 die Bedingungen einer guten astronomischen, nach mittlerer Zeit eingerichteten Pendeluhr angegeben werden. Ueber Chronometer im besondern verbreitet sich dagegen Hansen (der uns vielfach bekannt gewordene, zeitige Director der Sternwarte Seeberg bei Gotha) „Ueber Chronometer.“ Altona. 1840. 8.

Endlich und schließlich füge ich diesem Vortrage über Uhren noch die, wohl manchem meiner reicheren Leser willkommene Bemerkung bei, daß („Astronom. Nachrichten.“ Nr. 601) der Uhrkünstler Tiede zu Berlin astronomische Pendeluhren in größter Vollkommenheit zu 300 bis 400 Thalern (preußisch), Taschen-Chronometer aber zu 350 Thalern liefert.

Umdrehung, Umwälzung, „Arendrehung,“ „Rotation;“ Rotatio, Gyratio; *Rotation*. Ich habe von der Umdrehung (Umwälzung) der Himmelskörper um eine Are zwar schon in den beiden bezeichneten Artikeln unter verschiedenen Gesichtspuncten gehandelt; dieser Gegenstand ist aber von so weiter Natur und in der Astronomie von solcher Wichtigkeit, daß ich hier nochmals besonders darauf zurückkommen muß.

Allgemein zuvörderst belegt man mit dem Namen der „Umdrehung“ diejenige Bewegung eines beliebigen Körpers, wobei eine gewisse gerade Linie in ihm in („relativer“ *) Ruhe verharrt, seine übrigen Puncte aber Kreise um dieselbe beschreiben; diese Linie nennt man die Are der Umdrehung (Axis rotationis s. gyrationis; *Axe de rotation*), und die Puncte, in welchen sie die Oberfläche des Körpers schneidet, die Pole der Umdrehung (Poli rotationis; *Poles de rotation*). Ist der rotirende Körper in specie eine Kugel (kugelförmig) *, womit als ausschließender Gestalt der Weltkörper, die Astronomie, angegebenermaßen, es hierunter allein zu thun hat, so heißt der, auf der Are lothrechte größte Kreis der Aequator der Umdrehung, und jeder mit ihm gleichlaufende kleinere Kreis ein Parallelkreis; den Polen, eben so wie den übrigen, in der Are selbst liegenden Puncten wird bei dieser „Umdrehung“ Ruhe im obigen Sinne beigemessen.

Im Universum sodann, um nunmehr zu der in den bezeichneten Artikeln angedeuteten Art der Erscheinung zu kommen, in dessen freiem Raume wir uns diese kugelförmigen Weltkörper, auf welche sich, wie gesagt, unsere astronomischen Erörterungen über „Umdrehung“ beschränken, freischwebend vorzustellen haben, bewirkt ein directer (nach dem Centrum gerichteter) Stoß gegen eine solche Kugel ** (vergl. Bahnen, S. 104) bloß das geradlinige Fortgehen derselben ohne Umdrehung (bloß eine „progressive“ ohne gleichzeitige „rotatorische“ Bewegung); der excentrische Stoß aber bringt neben dem pro-

* Wirklich nur in „relativer,“ nicht in absoluter Ruhe; denn die Linie (Rotationsaxe) drehet sich allerdings mit; sie behauptet dabei bloß ihre Stellung gegen die nämlichen Raumpuncte (ihren Ort). — Diese Nichtunterscheidung gibt oft genug Anstoß, welchem durch eine so einfache Bemerkung alsbald begegnet wird.

* Ich will mit diesem Ausdrucke (vgl. hinten) nur dem Einwande vorbeugen, welchen man mir aus der „sphäroidischen,“ von der reinen Kugel jedoch wenig abweichenden Form der Gestirne herleiten könnte.

** Die Theorie der Rotation verlangt auch noch die „Gleichartigkeit“ (materielle Homogeneität) der Kugel; ich habe (vergl. Erde, S. 371, wo man nur statt des Druckfehlers „wechselnden,“ wachsenden zu lesen hat) die Gleichartigkeit in den verschiedenen concentrischen planetarischen Schichten nachgewiesen.

greſſiven Fortgehen zugleich Arendrehung hervor.* Beide Bewegungen dauern, wenn ſie einmal hervorgerufen ſind, in dieſem freien Raume, der bloßen Trägheit (vergl. d. A. und Centralbewegung, S. 141) gemäß, unverändert fort, ohne daß eine in die andere weiteren Einfluß** hätte; auch wirken Centralkräfte (ſ. gleichfalls dieſen Art.) oder Perturbationen, welche jene progreſſive Bewegung ändern, nicht auf die rotatoriſche; eine mehrere oder mindere Sonnen-Anziehung auf den rotirenden Planeten Erde in den verſchiedenen Bahnſtellen z. B. ändert die Bahngeſchwindigkeit (die progreſſive) in dieſen Stellen, ohne die rotatoriſche im mindeſten zu alteriren.

Der alſo zugegebene Modus der Entſtehung (verbundener progreſſiver und) rotatoriſcher Bewegung der (homogenen) Geſtirnkugeln im widerſtandloſen Weltenraume durch einen excentriſchen Stoß*** ferner macht zugleich die Möglichkeit der vollkommenen Gleichförmigkeit dieſer Umdrehungsbewegung in derjenigen ewigen Fortdauer begreiflich, worüber ich mich, mit namentlicher Rückſicht auf unſern Planeten Erde, beſonders im Art. Tag und Unveränderlichkeit ſeiner Dauer ausgeſprochen habe; und wenn meine Leſer in dieſem Bezuge nochmals das Experiment mit der alſo in Drehung verſetzten Holzkugel am Faden wiederholen, ſo werden ſie ſich beim Anblicke des ſchon ſo nahen Iſochronismus dieſer Drehungen leicht überzeugen, daß dieſelben den Charakter vollkommener Unveränderlichkeit eben ſo gut wie die Rotationen der Geſtirnkugeln behaupten würden, wenn nur die Holzkugel, gleich den letzteren, frei von aller Reibung und allem Luftwiderſtande, im feinſten Aethermedium rotirte. Daß aber die Arendrehung (der Sterntag,* ſ. Sternzeit) namentlich unſeres Planeten Erde ſeit den früheſten Zeiten wirklich keine, auch nur irgend bemerkbare Veränderung ſeiner Dauer erlitten hat, geht (Aufſteigung, gerade, S. 85) ſchon daraus unwiderleglich hervor, daß ſich z. B. der ſchon den Alten nach mittleren, und alſo auch nach den davon in einem feſten Verhältniſſe verſchiedenen „Sterntagen," Stunden, Minuten, Secunden bekannte (durchſchnittliche) ſynodiſche Monat noch heute vollkommen genau eben ſo lang findet.** Eben ſo unveränderlich iſt, wie ich gleichfalls im citirten Art. nach-

* Der eigene Verſuch mit einer an einem Faden befeſtigten (z. B. Holz-) Kugel gewährt die lebhafteſte Ueberzeugung hiervon; ich habe dieſen Verſuch ſchon an andern Stellen unſeres Werkes dringend empfohlen, und bitte ihn auch dießmal zuerſt anzuwenden, obwohl ich gezwungen ſeyn werde, weiterhin noch ein anderes Experiment vorzuſchlagen.

** Wenn man die eben als Beiſpiel gewählte Kugel in „Umdrehung" verſetzt hat, ſo kann man ſie dabei an ihrem Faden langſamer oder ſchneller umhertragen, ohne daß durch dieſe Verlangſamung oder Beſchleunigung der progreſſiven Bewegung in jener rotirenden irgend etwas geändert wird. — Dieſer Augenſchein wirkt beſſer auf die Ueberzeugung, als eine ſtrenge Demonſtration.

*** Wir wiſſen aus dem Art. Folge der Zeichen, S. 581, daß beide Bewegungen nach dieſer nämlichen Richtung erfolgen, welches einen Grund mehr für die Vermuthung ihrer gemeinſchaftlichen Entſtehung durch denſelben „excentriſchen" Stoß abgibt. Ich deute dieſen Umſtand aus Gründen hier nur gleich vorläufig an, mir vorbehaltend, hinten ausführlicher darauf zurückzukommen.

* Zur ſchnellſten Ueberſicht: Indem die Erdkugel eine volle Arendrehung (von Weſten nach Oſten) wirklich ausführt, ſcheint der Stern von Oſten nach Weſten in den Meridian zurückzukehren, daß alſo Rotations- und Stern-Tag genau von gleicher Dauer ſind. — Auf den directen Beweis für die Wirklichkeit jener Arendrehung der Erdkugel, als Urſache dieſer letzteren ſcheinbaren Himmelsbewegung, welchen Beweis ich aus den citirten Artikeln vorausſetze, komme ich auch hinten nochmals beſonders.

** Für gelehrtere Leſer: die „Beſchleunigung der mittleren Mondbewegung" (Mondungleichheiten, S. 192) iſt bei dieſer Vergleichung in Rechnung gebracht.

gewiesen habe, die Lage der Rotationspole auf der Erdkugel, und gewiß nicht weniger auch auf den übrigen rotirenden Weltkörpern.* Diese Methode der Bestimmung der Umdrehung durch Beobachtung der Dauer des „Sterntages" (als Folge der Rotation) findet für uns natürlich nur Anwendung auf den eigenen Planeten Erde; wie die Rotation der übrigen Planeten, gleichwie der Sonne, durch Fleckenbeobachtung ermittelt wird, habe ich in diesem Art. Rotation, welcher sich vorzüglich nur darauf beschränkt, gelehrt, und komme auch hinten nochmals darauf zurück.

Die „Rotation" der Nebenplaneten dagegen (s. den Art. S. 217)**, namentlich des Erdmondes (Mond, S. 151), unterscheidet sich von dieser Bewegung der Hauptplaneten wesentlich dadurch, daß sich hier Rotation und Revolution an Dauer gleich sind; während der Nebenplanet Erdmond z. B. seinen Hauptplaneten Erde progressiv Einmal umläuft, drehet er sich rotirend auch nur Einmal um seine Axe, wogegen der Hauptplanet Erde seinen Jahreslauf um die Sonne in Verbindung mit täglichen Axendrehungen ausführt, — und eben so verhält es sich mit den übrigen, von Monden begleiteten Planeten. Stellt man sich, wie wir es mit Anwendung eines, da das bis jetzt gebrauchte mich hier verläßt, andern Gleichnisses l. c. gethan haben, die verbundene „progressive" und „rotatorische" Bewegung des Hauptplaneten Erde um die Sonne unter dem Bilde einer rollenden Kugel vor, so erscheint der Mond dagegen als eine um den Hauptplaneten bloß gleitende Kugel; und wenn der progressiv-rotatorische Impuls auf den Hauptplaneten daher in dem oben dafür postulirten excentrischen Stoße bestanden hat, so muß man für die Nebenplaneten vielmehr ein bloßes Fortschieben,* oder, was das Nämliche sagt, den directen Stoß annehmen.

* Pontécoulant: „Théorie analytique du système du monde. I. VIII. „Les poles sont invariables à la surface de la terre. La vitesse de rotation de cette planète n'est sujette à aucune inégalité. Ces conditions assurent à jamais *l'invariabilité du jour sidéral, et la stabilité des latitudes terrestres.*" — Dieß heißt (um — vergl. Polarstern, S. 334 — einem Mißverständnisse vorzubeugen): die Drehungsaxe der Erdkugel ist immer dieselbe gewesen; sie hat ihre Lage in dieser Kugel nie verändert, obwohl sie sich mit dieser Kugel andern Himmelspuncten zukehrt. — Auf diese gänzliche Unveränderlichkeit des Sterntages (der Rotation der Erdkugel) komme ich hinten noch unter einem andern Gesichtspuncte zurück.

** Der dort ohne weitere Bemerkung hervorgehobene Umstand, daß diese Nebenplaneten (Monde) dem Hauptplaneten stets dieselbe Seite (Kugelhälfte) zukehren, schließt (Mond, S. 151) die Bedingung der gleichen Dauer ihrer Rotation und Revolution, wie ich diese Gleichheit oben daraus folgere, nothwendig ein.

* Eine geringe Anstrengung der Einbildungskraft macht dasjenige, was ich hier eigentlich andeuten will, wohl bald klar. Man kann zwar die ganze Untersuchung ablehnen, indem man die doppelte (die progressive und „rotatorische") Bewegung sowohl für die Haupt- als Nebenplaneten, als von Ewigkeit her bestehend annimmt, und schon deßwegen nach ihrem Ursprunge gar nicht weiter fragt. Allein der oben hervorgehobene, so wesentliche Unterschied zwischen der Art dieser Doppelbewegung für die Haupt- und für die Nebenplaneten erheischt doch schlechterdings wenigstens eine solche Andeutung über seinen Grund, wie ich sie im Texte vorbringe. Der excentrische Stoß in Verbindung mit der Centralkraft der Sonne versetzte also (Bahnen, S. 105) den Hauptplaneten in die Bewegung einer den Centralkörper rollend umlaufenden Kugel; der directe Stoß (der bloße „Schub," wie ich oben sage) brachte dagegen den Nebenplaneten (namentlich unsern Mond, vergl. d. A. S. 154) in den, dem Fortgange einer bloß gleitenden Kugel ähnelnden Lauf um den, vorzugsweis seine zugewendete

Noch ein anderer, mit der „Arendrehung“ verbundener und von ihr abhängiger Umstand hiernächst ist die Abplattung (s. d. Art.) der rotirenden und darum oben von mir nur als „kugelförmig“ bezeichneten Weltkörper. Daß die Rotation diese „Abplattung“ bewirken muß, und wie sie sie bewirkt, ist im citirten Artikel mit aller Ausführlichkeit nachgewiesen; die Größe der Abplattung, als die Wirkung, steht im richtigsten Verhältnisse zum Volumen des rotirenden Körpers und zur Schnelligkeit seiner rotatorischen Bewegung, als den veranlassenden Ursachen; und der schnell rotirende Jupiter z. B., der größte aller Planeten unseres Systems, zeigt dieß (vergl. l. c. S. 26) durch seine besonders starke Abplattung ganz augenscheinlich, gleichwie umgekehrt der Mangel aller wahrnehmbaren Abplattung an den (nochmals l. c. S. 27) Monden in seiner Abhängigkeit von der eigenthümlichen, so langsamen Rotation und (verhältnißmäßig) geringen Größe dieser Weltkörper einen nicht weniger augenscheinlichen Beweis dafür liefert. — Ich komme auch hierauf unten nochmals zurück.

Ich hatte oben versprochen, hier außerdem noch unter einem andern Gesichtspuncte auf die für uns so unendlich wichtige Frage nach der vollkommensten Gleichförmigkeit der Rotation unseres Planeten Erde (gänzliche Unveränderlichkeit der Dauer unseres* Sterntages) zurückzukommen, wozu mir eine Bemerkung des großen Französischen Geometers Laplace, welche ich nach dem „Journal de Physique.“ April. 1820. in meinen Notizen finde, die Veranlassung gibt. Die Rotationsdauer (der Sterntag) könnte nämlich, wie Laplace hervorhebt, nur dadurch alterirt werden, daß die ganze Masse der Erde eine Aenderung ihres Volumens erlitte. Nun ist bei allen uns bekannten Körpern mit einer Aenderung ihrer Temperatur auch eine solche Aenderung des Volumens verknüpft; und da sich, erwiesenermaßen, unser Sterntag seit den ältesten Zeiten streng gleich geblieben ist, so muß also auch die Innerwärme des Erdkörpers noch jetzt dieselbe wie zu jenen Zeiten seyn. Die nicht veränderte „Umdrehungszeit“ des Erdkörpers spricht also dafür, daß auch eine Veränderung seiner Innerwärme nicht vorgegangen sey, gleichwie umgekehrt der Beweis der Permanenz der letzteren einen Grund der Unveränderlichkeit des Sterntages mehr abgeben würde.

Gleichergestalt ist vorn des höchst merkwürdigen Umstandes, daß die progres-

Halbkugel anziehenden Hauptplaneten (Centralkörper). — Durch diese nähere Bezeichnung eines solchen Unterschiedes des progressiv-rotatorischen Impulses für die beiden Kategorien von Weltkörpern wird der entsprechende Unterschied in der Art ihrer Bewegung bis zur Beruhigung des darüber sinnenden Verstandes aufgeklärt; und ich halte besonders das dazu erdachte Gleichniß einer „rollenden“ Planeten- im Gegensatze einer bloß „gleitenden“ Mondkugel für glücklich gewählt, und habe demselben für meine Person vor andern Erklärungsversuchen den Vorzug gegeben. Indeß ließe sich vielleicht auch für die Nebenplaneten ein „excentrischer Anstoß,“ aber genau von solcher Abmessung der Gewalt postuliren, daß Rotation und Revolution dabei eben immer gerade gleich erhalten würden. Die rechte Vorstellung davon scheint mir jedoch schwieriger, obwohl ich den Lesern die Andeutung um so weniger vorenthalten zu dürfen geglaubt habe, als ich mich erinnere, Aehnliches einmal aus der Feder des uns als Kometen- (vergl. den Art. S. 958) Entdecker bekannten Böhmischen Astronomen v. Biela gelesen zu haben.

* Ich sage zwar nur „unseres,“ habe aber dieß Gesetz der Unveränderlichkeit des Sterntages schon im Laufe des ganzen Vortrages auf alle rotirenden Weltkörper ausgedehnt. Zum Theile geht dieß, wie ich den Umstand hier nochmals hervorheben wollte (vergl. Rotation, S. 358), aus der unmittelbaren Beobachtung selbst hervor; zum andern Theile folgt es aber ganz unabweislich aus der bloßen Analogie; und ich brauche mich also auch nicht noch weiter darüber auszulassen.

sive sowohl als die rotatorischen Bewegungen („Arendrehungen“) der Haupt- und Nebenplaneten* nach der nämlichen Richtung: der Folge der Zeichen (s. d. A.), vor sich gehen, nur erst vorläufig und mit Verweisung wegen des Näheren hierher Erwähnung gethan.

Versinnlichet man sich aber, unserem zuletzt gewählten Gleichnisse gemäß, nochmals den Hauptplaneten als eine den Centralkörper rollend, und den Nebenplaneten (Mond) dagegen als eine denselben bloß gleitend umlaufende Kugel; so erhellt am besten, daß gerade der von uns postulirte, respective excentrische oder centrale Stoß die verbundene Bewegung eben nur nach gemeinschaftlicher Richtung hat hervorbringen können, wovon man sich durch eine, z. B. auf dem Tische in diese Bewegungen versetzte Kegelkugel so einleuchtend überzeugen wird, daß ich auch jetzt nichts Weiteres darüber hinzuzufügen brauche.

Durch diese Arendrehung hiernächst ferner wird den Theilen des rotirenden Weltkörpers ein Schwung beigebracht, wovon die oben erwähnte „Abplattung,“ auf die ich unter diesem Gesichtspuncte hier nochmals zurückkommen wollte, die nächste Wirkung ist, in dessen Folge jenen Theilen aber auch noch ein Bestreben inhärirt, sich vom Mittelpuncte ihres Planeten zu entfernen, welches die Schwere an den betreffenden Stellen des letzteren vermindert, und worüber ich im Art. Schwungkraft ausführlich handle.

Endlich aber könnten meine Leser auf diese Veranlassung auch noch nach den ebenfalls schon vorn angeregten directen Beweisen für die Wirklichkeit der Arendrehung der Erdkugel fragen, welche Erddrehung wir doch eigentlich nur postuliren, da sich uns sinnlich nichts als die Drehung des Sternenhimmels manifestirt, deren Ursache wir in der Rotation suchen. Einen solchen directen Beweis hat man sich indeß namentlich durch diejenigen Fallversuche zu verschaffen gewußt, über welche ich mich im letzteren Art., S. 419, ausführlich erkläre, und welche ich, mit Verweisung wegen des Näheren dorthin, hier nur in das Gedächtniß habe zurückrufen wollen. Sehr schön und viel ausführlicher und gelehrter, als dieß der Plan meines Werkes gestattet, findet sich, wie ich gleich noch mit anmerke, das darüber zu Sagende in dem vom Halleschen Physiker Kämtz für die Ersch-Gruber'sche Encyklopädie gearbeiteten Art. Erde, S. 275 figd., vorgetragen.

Dieser Literarnotiz füge ich schließlich hinzu, daß die Betrachtung der Umdrehung um Axen im weiteren Sinne einen besondern Abschnitt der höheren Mechanik ausmacht, den man in seiner ganzen Ausführlichkeit abgehandelt findet beim Euler (Leonhard, dem 1787 verstorbenen Petersburger Akademiker, welchen wir näher aus dem Artikel Achromatisch, S. 32, kennen): „Mechanica analytice exposita.“ Petersburg. 1765. 3 B. 4. Cap. II. pag. 122 figd.; kürzer, obwohl nicht weniger höheren Calcül in Anspruch nehmend, faßt sich der Wiener Astronom Littrow in dem für die neue Ausgabe von Gehler's „Physikal. Wrtrb.“ gearbeiteten Art. Umdrehung; — und bloß unter unserem astronomischen Gesichtspuncte behandelt die Lehre von der Rotation umständlicher Pontécoulant in der schon oben citirten „Théorie“ pp. II. 159: „Du mouvement de rotation des corps célestes.“

In dem von mir beabsichtigten Umfange dagegen hoffe ich den Gegenstand bei der gleich Eingangs bevorworteten Vergleichung der beiden Artikel Rotation und Tag und Unveränderlichkeit seiner Dauer im gegen-

* In eben der Richtung erfolgt (vgl. Sonnenflecke, S. 435) die Axendrehung der Sonne, wogegen sich über die progressive Bewegung dieses Gestirns in Rücksicht auf die Umlaufszeit natürlich Nichts bestimmen läßt. — Von einer Axendrehung der Kometen wissen wir Nichts; wohl aber ist in dem sie betreffenden Artikel gleich Eingangs darauf aufmerksam gemacht worden, daß ihr Lauf in der Bahn bald recht-, bald rückläufig ist, und daß sie sich dadurch von allen übrigen Weltkörpern unseres Systems unterscheiden.

wärtigen Vortrage nunmehr nach allen Seiten beleuchtet zu haben, und beende also die Abhandlung über Arendrehung („Umdrehung") hiermit.

Umlauf oder **Revolution**, s. d. letzteren Artikel, indem es, wie dort weiter ausgeführt wird, jetzt gebräuchlicher ist, die progressive (die Jahres-) Bewegung der Gestirne in ihrer Bahn unter dem Namen der „Revolution," der drehenden (der täglichen) Bewegung um die Axe unter dem Namen der „Rotation" entgegenzusetzen. Dagegen sagt man, wie auch l. c. bevorwortet ist, gewöhnlicher

Umlaufszeit; Tempus periodicum; *Temps périodique*. Man versteht darunter in unserem astronomischen Sinne diejenige Zeit, deren ein Weltkörper zur Zurücklegung voller° 360° um den Centralpunct seiner Bahn (der Hauptplanet und Komet um die Sonne, der Nebenplanet um den Hauptplaneten, der Begleitstern in den Doppelsternsystemen — vergl. Fixsterne, S. 563 — um den Centralstern), d. h. also zur Durchlaufung dieser Bahn°° von irgend einem in ihr gewählten Ausgangspuncte an bis wieder zu demselben bedarf.

Wir wollen uns bei näherer Betrachtung dieses wichtigen Gegenstandes zunächst auf die Planeten beschränken, und uns sogleich noch besonders daran erinnern, daß die Bahnen derselben, wie gesagt, um die den Bahn-Centralpunct einnehmende Sonne gehen. Demgemäß muß also die in Rede stehende „Umlaufszeit" auch auf die Sonne bezogen werden; die Frage ist: wenn ein in der Sonne angenommener Beobachter den Planeten heut in einem bestimmten Bahnpuncte, z. B. bei einem, diesem Puncte entsprechenden (denselben Punct bezeichnenden) Fixsterne, erblickt, wie viel Zeit verstreicht, ehe der Planet, welcher vom selbigen Puncte (Sterne) ab seine ganze Bahn (in einer bestimmten, durch den Ausdruck „nach der Folge der Zeichen" angegebenen Richtung) bis wieder zu dem nämlichen Puncte durchläuft, aus der (im Centralpuncte ruhenden) Sonne neuerdings in diesem Bahnpuncte (bei diesem Sterne) erblickt wird? Die darüber verstrichene Zeit ist die wahre,* vom Fixstern ab, als Bahnpunct, bis wieder zu demselben genommene, und deßwegen („Sidus") „siderische" benannte, aus der Sonne, dem eigentlichen Centrum des Planetenlaufes, beobachtete „Umlaufszeit"°° des einen oder des andern Planeten; und für den Planeten Erde insbesondere ist demnach die „siderische Umlaufszeit" (das „siderische Jahr," vgl.

° Die Definition in ihrer Allgemeinheit kann sich nicht wohl anders erklären. Genau genommen ist aber der obige Ausdruck „voller" 360° nur für die siderische Umlaufszeit (die vollkommene Unbeweglichkeit der Fixsterne vorausgesetzt) ganz wahr; während der tropischen Umlaufszeit werden (vgl. oben) etwas weniger, während der anomalistischen etwas mehr als eben 360° durchlaufen. — Ich komme im Texte hierauf zurück, mußte es aber für gelehrtere Leser gleich bevorworten.

°° Die Form einer geschlossenen Curve für die Gestirnbahnen wird dabei vorausgesetzt; wir haben aber bereits in Bahnen, S. 94, gesehen, daß die Bahnen aller Weltkörper Ellipsen sind, und in Centralbewegung, S. 147, sogar erwiesen, daß sie keine andere Gestalt haben können.

* Und zwar, wie ich schon öfter hervorgehoben habe, bei vorausgesetzter vollkommener Unbeweglichkeit des Fixsterns, allein in aller Strenge, die wahre Umlaufszeit, weßhalb ich sie hier eben zu Grunde lege, und die folgenden übrigen Umläufe zunächst des Planeten Erde aus ihr ableite.

°° Aus der unterdeß in Mitbewegung begriffenen Erde könnte der Planet, wie man leicht einsieht, nach einer von der obigen ganz verschiedenen Zeit wieder im nämlichen Bahnpuncte erblickt werden, so daß es also für einen solchen Planeten schlechterdings auf den „heliocentrischen" und nicht auf den „geocentrischen" Ort (wofern nicht beide Orte, wie in den Conjunctionen und Oppositionen eben gleich sind) ankommt. — Ich bitte, sich dieß wohl vorsteslig zu machen.

d. Art. S. 800) die aus der Sonne gesehene Rückkehr der Erde zum nämlichen Fixsterne, oder aber, indem wir der wirklichen Bewegung des Planeten Erde die scheinbare Bewegung der dabei von ihm umlaufenen Sonne substituiren, welches (vergl. Ekliptik, S. 298, und Folge der Zeichen, S. 508) für die Erscheinung offenbar ganz das nämliche Resultat gewährt,* eben so gut das aus dem Planeten Erde gesehene und also stets unmittelbar beobachtbare Wiederzusammentreffen der Sonne mit einem, für sie zum Vergleiche gewählten Fixsterne. Die darüber verstreichende Zeit zunächst: das „siderische Jahr", der wirkliche „siderische Umlauf" der Erde um die Sonne, oder der somit daraus folgende scheinbare „siderische Umlauf" der Sonne um die Erde beträgt, wie wir aus dem Artikel Jahr l. c. wissen, 365 T. 6 St. 9′ 11″; und in gleicher Art könnte der Beobachter auf jedem andern Planeten selbst die Dauer des siderischen Umlaufes dieses seines Planeten nach der, von demselben aus beobachteten scheinbaren Umlaufszeit der Sonne bestimmen; — der Beobachter auf der Erde aber muß, wie gesagt, zu dieser Bestimmung für die übrigen Planeten andere Methoden anwenden, von denen weiter unten die Rede seyn wird.

Oefter jedoch, als diese siderische Umlaufszeit namentlich unseres Planeten Erde, will man sodann aus den, besonders im Art. Kalender nachgewiesenen Gründen die Zeit der Rückkehr der Erde zu einem andern Ausgangs-Bahnpuncte, nämlich zum Frühlingspuncte, d. h. die tropische Umlaufszeit (vgl. auch diese beiden Art.) wissen. Dieser (Frühlings-, dieser Nachtgleichen-) Punct unterscheidet sich von dem vorhin zum Ausgangs- und Wiedererreichungs-Bahnpuncte gewählten und als ganz unbeweglich angenommenen Fixsterne dadurch, daß er selbst wieder beweglich ist, und (Vorrücken der Nachtgleichen) während des nachgewiesenen „siderischen" Umlaufes (Jahres) der Erde in der Erdbahn, wider die Folge der Zeichen, und demnach der umlaufenden Erde gleichsam entgegen kommend, 50 (Bogen-) Secunden zurücklegt, zu deren Durchlaufung die Erde, nach Maßgabe ihrer Bahngeschwindigkeit, noch 20 Zeitminuten 20″ gebrauchen würde, um welche demgemäß diese „tropische Umlaufszeit," dieß „tropische Erdenjahr," kürzer, als das obige siderische von 365 T. 6 St. 9′ 11″ ausfällt, daher dasselbe also nur 365 T. 5 St. 48′ 51″ dauert.

Endlich will der Astronom zuweilen auch die, dem Planeten Erde erforderliche „Umlaufszeit" zur Wiedererreichung noch eines andern Bahnpunctes, nämlich des Punctes der Sonnennähe (Perihelium, oder auch der Sonnenferne, Aphelium; — vergl. die beiden Artikel) bestimmen, welcher Bahnpunct sich von dem mittelst eines Fixsterns bezeichneten, unbeweglichen abermals durch eine gleichzeitige eigene Beweglichkeit unterscheidet; der Punct der Sonnennähe (oder Sonnenferne, die Apsiden — vgl. d. A. — welchen gemeinschaftlichen Namen sie führen) verrückt sich während eines siderischen Jahres in der Bahn, aber nach der Folge der Zeichen um (wieder Jahr, S. 800) 11″,8 dergestalt, daß die Erde zu seiner Wiedererreichung noch der darauf kommenden Zeit von 5′ 12″ bedarf, um welche dieser sogenannte anomalistische Umlauf vielmehr länger als der siderische dauert, demgemäß sich derselbe = (365 T. 6 St. 9′ 11″ + 5′ 12) 365 T. 6 St. 14′ 23″ findet.

Dieß sind also die drei Arten von Umlaufszeiten (die siderische, tropische und anomalistische), welche der irdische Beobachter für seinen Pla-

* Der „heliocentrische" Ort der Erde ist vom „geocentrischen" Orte der Sonne immer streng um 180° verschieden, so daß also (nochmals Folge der Zeichen, l. c.) jedes wirkliche Fortrücken der Erde auch immer ein ganz eben so großes scheinbares Fortrücken der Sonne nach sich zieht, und die wahre Umlaufszeit des Planeten Erde unmittelbar aus dem scheinbaren Umlaufe der Sonne geschlossen werden kann. Für die übrigen Planeten müssen wir, wie alsdann oben gezeigt werden wird, andere Methoden anwenden.

neten Erde aus unmittelbarer Beobachtung der Sonne und Kenntniß der Bewegung der beweglichen Puncte, auf welche er sich in nachgewiesener Art sonst dabei beziehen muß, ableitet. Der Beobachter auf jedem andern Planeten selbst könnte von diesem seinem Planeten aus, wie gesagt, ganz eben-so verfahren; der irdische Astronom aber, welcher doch nur den Beobachtungs-Standpunct der Erde einnimmt, muß zur Ermittlung derselben „Umlaufszeiten" der andern Planeten, bevorwortetermaßen, auch andere Wege einschlagen. Welche aber nun?

Zur Beantwortung dieser Frage ermesse man, daß, wiewohl Ihm sein irdischer Standpunct, statt der, nachgewiesenermaßen, erforderlichen heliocentrischen Orte, unmittelbar und im Allgemeinen allerdings nur geocentrische Orte des Planeten gewährt, daß sich jedoch unter der letzteren solche befinden, welche die Stelle jener ersteren vertreten können; meine Leser wissen aus den Artikeln Opposition und Conjunction, daß die heliocentrischen und geocentrischen Planeten-Längen, worauf es hierbei ankommt, in jenen beiden Aspecten gleich (oder genau um 180° verschieden) sind, und daß man die Zeit der Rückkehr der resp. oberen und unteren Planeten in diese Stellungen die synodische (vergl. d. A.) „Umlaufszeit" nennt. Diese Rückkehren eines oberen Planeten, z. B. Mars, zur Opposition, oder eines unteren, z. B. Mercur, zur Conjunction mit der Erde, diese synodische „Umlaufszeit" der Planeten ist aber vom irdischen Standpuncte aus offenbar immer beobachtbar;* und es kommt also nur noch darauf an, aus ihr die tropische* Umlaufszeit abzuleiten, welche letztere in der oben gezeigten Art, mit Rücksicht auf das Maß der indeß vorgegangenen Bewegung der betreffenden beweglichen Puncte, hinwiederum die siderische und anomalistische (vergl. hinten) von selbst gewährt.

Sey also solchergestalt die „synodische Umlaufszeit" des Mars, worauf ich mich hier** als Beispiel beschränke (Opposition, S. 237), = 2 unserer Jahre 50 Tage = 780 unserer Tage (ich brauche für meinen gegenwärtigen Zweck nicht schärfer zu rechnen) unmittelbar beobachtet worden, und es solle daraus die tropische abgeleitet werden, so lehrt ein einfaches Nachdenken, daß, gleichwie die (schnellere) Erde indeß zwei volle (Jahres-) Umläufe und darüber noch einen 50tägigen Bahnweg, d. h. (mit zureichender Genauigkeit) 49° gemacht hat, vom langsameren Mars dagegen nur Einmal der Vollkreis der 360° und außerdem jene nämlichen 49°, oder zusammen 409° durchlaufen sind; und man weiß demnach, daß dieser Planet in den obigen 780 Tagen überhaupt 409° zurücklegt, woraus die gesuchte „tropische" (die auf 360° kommende) Umlaufszeit (x) durch die Proportion 409° : 780 Tagen = 360° : x = $\frac{360 \cdot 780}{409}$ = 686 Tage folgt (wie wir dieselbe l. c. S. 236 in ganzen Tagen auch wirklich gefunden haben).***

* „Immer beobachtbar;" der Charakter der Opposition besteht darin, daß der obere Planet dann eben um Mitternacht culminirt, wogegen die Conjunction am gleichzeitigen Meridiandurchgange des unteren Planeten und der Sonne erkannt wird; ist die Conjunction dabei auch eine „untere," so kann z. B. Mercur nach Umständen als schwarzer Punct auf der Sonnenscheibe gesehen werden. — Also in der That „immer beobachtbar."

* Weßhalb hier nun eben die „tropische" und nicht die „siderische"? Die Antwort in Opposition, S. 236.

** Die Anwendung auf den zum zweiten Beispiele gewählten Mercur ist im Art. Conjunction, S. 202, so wohl gemacht, daß ich gern dahin verweise.

*** In Opposition, S. 237, hatten wir auf einem andern Wege die Relation zwischen der synodischen Umlaufszeit (S) des Mars, seiner tropischen (T), und tropischen Revolution (t) der Erde. $S = \frac{Tt}{T-t}$ gefunden, welche Gleichung mit der voranstehenden nicht übereinzustimmen scheint. Allein es folgt aus ihr das im Texte gesuchte T =

Auf welche Art aber aus der somit bestimmten tropischen Umlaufszeit eines Planeten, wie des hier zum Beispiele gewählten Mars, mit Berücksichtigung der unterdeß Statt gehabten Bewegung des Frühlingspunctes, sodann die siderische (oder umgekehrt) abgeleitet wird, worauf ich hier nochmals zurückkommen wollte, das habe ich im Art. Jahr, S. 808, sehr ausführlich gezeigt, und nicht weniger läßt sich daraus in der vorn gelehrten Weise das von der Bewegung des andern beweglichen Bahnpunctes, nämlich des Punctes der Sonnennähe, abhängige anomalistische Jahr angeben, so daß nach unserem Plane über die Ermittlung der Umlaufszeiten der Planeten nichts Weiteres anzuführen ist, und ich mir nur noch vorbehalte, ein allgemeines Tableau derselben im Art. Weltsystem beizubringen.

Hinsichtlich der Kometen dagegen, so wissen wir aus dem sie betreffenden Artikel, daß nur von sehr wenigen dieser Gestirne die ganze Umlaufszeit bekannt ist, und daß es sich in diesem Falle lediglich um die Rückkehr derselben zur Sonnennähe, in welcher Gegend sie uns allein sichtbar werden, handelt, so daß also für die Kometen eigentlich auch nur Eine Art von Umlaufszeit: die anomalistische, in Betracht kommt,* und welche demgemäß für diese Weltkörper nicht, wie vorhin für die Planeten, erst aus der tropischen abgeleitet, sondern unmittelbar durch die Beobachtung bestimmt werden muß.

Ich habe mich also allein noch über die Umlaufszeiten der Nebenplaneten (Monde) um den Hauptplaneten, und der Begleitsterne in den Doppelsternsystemen um den Centralstern auszulassen. Hinsichtlich jener, für welche ich mich auf den Erdmond beschränke, bitte ich den Artikel Monat zu vergleichen, wo S. 140 zunächst die Ableitung der (natürlich mittleren) tropischen Umlaufszeit des Mondes (des „tropischen Monates") aus dem synodischen, nämlich aus der immer so leicht beobachtbaren Zeit von einem Voll- (oder Neu-) Monde bis zum nächsten gezeigt**

$$\frac{St}{S-t} = \frac{780 \cdot 365}{780-365} = \frac{284700}{415} = 686,$$

wie oben.

Die (um noch einer andern Bedenklichkeit vorzubeugen) auf S. 437 des gegenwärtigen 2ten Bandes unseres Werkes zur Herleitung des Tropischen (Periodischen, p) aus dem Synodischen (s) und dem Erdenjahre (t), in Bezug auf die „Umlaufszeit" des Mondes, gegebene Gleichung $p = \frac{st}{s+t}$ unterscheidet sich von der eben für den Mars beigebrachten, wie man sieht, durch das Zeichen + in ihrem Nenner, ein Umstand, der aber nur von ihrer Herleitung aus der Formel $s = \frac{pt}{t-p}$ herrührt, in welcher das hier größere t mit dem + Zeichen, statt in dem für den Mars geltenden Ausdrucke mit dem entgegengesetzten, auftritt. — Ich habe l. c. zwar andere Buchstaben angewendet, man wird aber die Substitution leicht machen, und darf sich dann nur selbst T und p' aus den dafür gegebenen Werthen suchen.

* Die Theorie verlangt für dieses Element der Bahnen der Kometen (s. d. Art. S. 939) in der That nur die Durchgangszeit durch das Perihel, und bei bekannter Umlaufszeit, wie z. B. des Encke'schen Kometen, also die Zeit der Rückkehr zu diesem Puncte.

** Ich habe die Formel für diese Herleitung des (mittleren) tropischen oder, s. hinten, periodischen Monates, d. h. der vom Monde eben nur gemachten 360° seiner Bahn um die Erde (p), aus dem synodischen (s) und dem Erdenjahre (t) von 365¼ Tagen, nämlich $p = \frac{st}{s+t}$, schon l. c. und in der vorstehenden Anmerkung betrachtet. Ist in der That, um Alles nochmals in Eine Uebersicht zu bringen, diese Zeit (s) von einem Vollmonde zum nächsten = (beiläufig) 29½ Tag beobachtet, so sagt man sich leicht, daß der Mond indeß nicht nur jene vollen 360° seiner Bahn um den Planeten Erde, sondern in selbiger auch noch so viele Grade darüber ge-

wird. Die „siderische“ Umlaufszeit des Mondes hiernächst ist, wie ich eben daselbst gezeigt habe, von dieser „tropischen“ an Dauer so wenig unterschieden, daß man beide (vergl. d. Anmerk.) unter dem gemeinschaftlichen Namen des „periodischen Monates“ als gleich annimmt, wogegen die anomalistische Umlaufszeit des Mondes wegen der raschen (directen) Bewegung seiner Apsiden fast 6 Stunden länger, als jener periodische währt. Endlich pflegt man beim Monde auch noch den „Drachen“- (Knoten-) Monat: die Rückkehr zum aufsteigenden Knoten (vergl. d. A. S. 918), anzugeben, welche Umlaufszeit aber, da die Knoten der Mondbahn eine schnelle rückgängige Bewegung haben, vielmehr um einige Stunden kürzer, als der periodische Monat ausfällt.

macht hat, als indeß von diesem Planeten selbst in seiner eigenen Bahn um die Sonne durchlaufen sind, und deren Anzahl sich demnach durch die Proportion

$$t : 360^0 = s : \frac{s \cdot 360^0}{t} \quad (365\,^1/_4 : 360 = 29\,^1/_2 : 29)$$

ergibt. Während des synodischen Monates s sind solchergestalt zusammen zurückgelegt die vollen 360^0 + diesen $\frac{s \cdot 360^0}{t}$, welches demnach $360^0 + \frac{s \cdot 360^0}{t} : s = 360_0 : \frac{st}{s+t}$, oder $360^0 + 29^0 : 29\,^1/_2$ Tag $= 360^0 : 27\,^1/_3$, und demnach das gesuchte p, wie oben, $= \frac{st}{s+t} = 27\,^1/_3$ Tag gibt.

Dieß ist nun derselbe Ausdruck, welchen man gewöhnlich, auch an früheren Stellen unseres Wörterbuches, unter der Form $\frac{Tt}{T+t}$ findet, statt daß ich hier bezeichnendere Buchstaben dafür gewählt habe, und in Bezug auf welchen ich nur noch besonders wiederhole, daß er wegen der großen Ungleichheiten des Mondes (vergl. Monat, S. 139) natürlich nur „mittlere Werthe“ gewähren kann, und daher in der Art angewendet werden muß, wie z. B. in Chronologie, S. 180. gezeigt wird.

Ich habe schon in der Note auf das im Art. Chronologie gelehrte Verfahren aufmerksam gemacht, die „mittlere“ synodische Umlaufszeit des Mondes durch sehr weit auseinander liegende Mondfinsternisse (Vollmonde) auf das allergenaueste zu ermitteln, indem auf diese Weise nothwendig eine Compensation derjenigen sämmtlichen (periodischen) * Ungleichheiten bewirkt werden muß, welche veranlassen, daß die Monate, einzeln genommen, also an besonderer Dauer, oft so sehr (Monat, l. c. bis über 12 Stunden) von einander verschieden sind, und es hat uns die also erlangte strengste Kenntniß jener Umlaufszeit, wie deren Dauer schon den alten griechischen Astronomen bekannt war, im Vergleiche zu den neueren dießfallsigen Festsetzungen zugleich gedient, in den Artikeln Aufsteigung, gerade, S. 85, Tag und Unveränderlichkeit seiner Dauer u. s. w. darzuthun, daß sich auch die Dauer des Sterntages (die Rotationszeit der Erdkugel) und also des zu ihm in einem festen Verhältnisse stehenden mittleren Sonnentages seit jenen frühesten Jahrhunderten schlechterdings nicht verändert hat. Lalande „Astronomie“ (unsere stets citirte zweite Auflage) §. 1421. weist nämlich aus dem Almagest, Buch IV. Cap. 2, nach, daß bereits Ptolemäus mittelst der bezeichneten Methode für damals die Dauer des synodischen Monates in solcher mittleren Zeit zu

29 T. 12 St. 44′ 3″,2

kannte, wogegen Laplace („Exposit. du Système du monde.“ 5te Aufl. I. 41) dieselbe für jetzt = 29 T. 12 St. 44′ 2″,8

* Warum hier der einschränkende Beisatz „periodisch“? Die Antwort in Mondungleichheiten, S. 192 und 193, wo eine (bis jetzt noch ununterbrochen zunehmende) säculare solche Ungleichheit des Mondes nachgewiesen wird, und für welche es also auch eine Compensation nicht hat geben können, welche jedoch von einem zu geringen Betrage ist, um bei der obigen Ermittlung in irgend einen weiteren Betracht zu kommen.

findet, so daß der Unterschied, wie man sieht, als verschwindend betrachtet werden kann, und welches also in der That die Unveränderlichkeit des Tages darthut, da natürlich die Dauer des Monates nicht dieselbe geblieben seyn könnte, wenn nicht zugleich die Dauer des ihn messenden Tages auch dieselbe geblieben wäre. — Diese eigenthümliche Art von Anwendung der genauesten Kenntniß der Umlaufszeit, namentlich unseres Mondes, habe ich nur erst ausdrücklich hervorheben wollen, und gehe nun sogleich zu den noch zu betrachtenden Umlaufszeiten der Begleitsterne um den Centralstern in den Doppelsternsystemen über. Von denselben habe ich aber schon im Art. Fixsterne, S. 564, nachgewiesen, daß sie in den weitesten Grenzen eingeschlossen sind, Grenzen, welche sich gleichwohl gewiß noch mehr erweitern werden, wenn es einer verfeinerten Beobachtung einst gelingt, Eigenbewegungen (Umläufe) auch in Doppelsternen nachzuweisen, von denen, der außerordentlichen Langsamkeit dieser Bewegungen wegen, bis jetzt eine gänzliche Unbeweglichkeit nur hat postulirt werden müssen. Denn, um diesen Artikel über „Umlaufszeiten" mit den erhabenen Betrachtungen der heutigen Astronomie zu beenden, worauf ich schon in Bahnen, S. 106, vorbereitet habe, so kann in der Wirklichkeit keinem Weltkörper, keinem Systeme absolute Ruhe beigemessen werden; und gleichwie die Nebenplaneten die Hauptplaneten, und diese die Sonne, in bestimmten Zeiten umlaufen, also bewegt sich die Sonne, mit Nachziehung des ganzen Systems, in einer dagegen unermeßlichen Zeit wieder um ein Gestirn höherer Ordnung, dieses, mit also vermehrtem Gefolge, abermals um einen höheren Centralkörper, und so fort und so fort, bis sich der darüber sinnende endliche Verstand an der Grenze der Unendlichkeit findet, hin zu welcher also auch ich diesen Vortrag nur habe ausdehnen können. —

Umschattige; Periscii; *Périsciens.* So nennt man die Bewohner der kalten Zonen, weil sie jährlich eine gewisse Zeit lang einen beständigen Tag haben, während welcher Zeit ihnen also die Sonne gar nicht untergeht, sondern in den Tagkreisen stets ganz um sie herumläuft, demgemäß der Schatten diesem Sonnenlaufe natürlich eben so ganz herum folgt. Die Bewohner der Polpuncte selbst sind daher (vergl. Tag) ein völliges Halbjahr, die Bewohner der Polarkreise 24 Stunden lang „umschattig." Der Lateinische Ausdruck dafür „periscii" kommt aus dem Griechischen περί (um) und σκία (der Schatten).

Ungleichheiten; Inaequalitates; *Inégalités.* Man bezeichnet in der Astronomie mit diesem Ausdrucke diejenigen Abweichungen von der vollkommenen Regelmäßigkeit (Gleichförmigkeit) der Bewegung der Himmelskörper, welche namentlich am Erdmonde* bemerkt werden, und von welchen ich, in Bezug auf dieses besondere Gestirn, daher auch im besondern Artikel „Mondungleichheiten" gehandelt habe. Die Ursache derselben ist, wie dort gezeigt wird, eine doppelte: erstens die elliptische Gestalt der Bahn des Mondes um die Erde und seine daraus folgende verschiedene Entfernung vom anziehenden Centralkörper; zweitens aber der störende Einfluß der Sonne und der Nachbarplaneten Venus, Jupiter u. s. w. Beide Arten der Abweichungen von der gleichförmigen Bewegung begreift man für den Mond, wie gesagt, unter dem gemeinschaftlichen Ausdrucke der (Mond-) „Ungleichheiten," wogegen man für die Planeten jenen störenden Einflüssen der Mitplaneten gewöhnlicher (vergl. jedoch die Anmerkung) den Namen der Perturbationen (s. d. A.) beilegt, und sie unter demselben von den, aus der reinen elliptischen Theorie des Planetenlaufes folgenden Modificationen trennt.

* Der Ausdruck wird jedoch auch auf die andern Systemskörper angewendet, und Lalande nennt z. B. diejenige „Perturbation," welche Jupiter und Saturn auf einander ausüben, und von welcher ich in Himmelsmechanik, S. 779 figd. handle, „la grande *inégalité*."

Universum, s. Welt.

Unschattige; Ascii; *Asciens* (α privativum, und σκία, der Schatten). Die Bewohner der heißen Zone (des Erdstrichs — s. den Art. — zwischen den beiden Wendekreisen), welche alljährlich an gewissen Tagen die Mittagssonne im Scheitelpuncte haben, daher alsdann ihr Schatten (oder überhaupt der Schatten aller lothrecht stehender Körper) unter sie selbst (auf den von ihnen selbst bedeckten Raum) fällt, dergestalt, daß also zu dieser Zeit gar keine Schatten von ihnen sichtbar werden. — Die Bewohner des Aequators selbst sind „unschattig" an den Mittagen der beiden Nachtgleichen; die Bewohner anderer Orte der heißen Zone bis zu den Wendekreisen hin sind es an denjenigen zwei andern Mittagen des Jahres, an welchen die Abweichung der Sonne der geographischen Breite dieser Orte gleich wird; die Bewohner der Wendekreise selbst sind bloß am Mittage ihres respectiven Einen Solstitialtages „unschattig." — Während des übrigen Jahres fallen die mittägigen Schatten unter dem Aequator und bis zu den Wendekreisen hin, eine Zeit lang nord- und dann südwärts, daher die dortigen Bewohner auch Zweischattige (s. d. A.), oder bei dem berühmten Englischen Geographen Varenius* in seiner „Geograph. gen.," „Ascii-Amphiscii" heißen; die Bewohner der Wendekreise dagegen sind, mit der angegebenen Ausnahme ihres Einen Solstitialtages, Einschattig, daher sie Varenius „Ascii-Heteroscii" nennt. Da diese Ausdrücke der alten Geographie noch zuweilen vorkommen, so mußte ich ihre Erklärung hier beibringen.

Untere Planeten, s. Planeten, S. 318, wo ausführlicher gezeigt wird, daß man darunter diejenigen beiden Planeten unseres Systems (Mercur und Venus) versteht, deren Bahnen um die Sonne von der Erdbahn eingeschlossen werden, wogegen die Bahnen der „oberen" Planeten vielmehr die Erdbahn umschließen.

* Näheres über ihn und jene seine Geographie auf der vorangehenden S. 382 unseres Werkes.

Untergang der Gestirne; Occasus siderum; *Coucher des Astres.* Das, in Gemäßheit der täglichen (der allgemeinen) Himmelsbewegung von Morgen gegen Abend erfolgende Hinabsinken der Gestirne unter den Horizont des Beobachters. Man kann, wie auch schon in dem überhaupt zu vergleichenden Artikel Aufgang der Gestirne, welchen der gegenwärtige Vortrag, der Natur des Gegenstandes gemäß, seinerseits wieder ergänzen muß, erwähnt worden ist, die Stunde des „Unterganges" eines jeden Gestirns und für jeden Beobachtungsort auf bloß mechanische Weise durch die Himmelskugel, künstliche (vergl. d. A. S. 765), finden; genauer ergibt sich diese Zeit, nach dem in Ascensional-Differenz dazu gelehrten Verfahren, aus dem halben Tagbogen (der halben Dauer der Sichtbarkeit, d. h. des Verweilens des Gestirns über dem Horizonte), indem man diesen halben Tagbogen, wie derselbe eben aus der Ascensional-Differenz* folgt,

* Der Tagbogen (s. d. A.) ist = 90° ± Ascensional-Differenz. Unter dem Aequator („Sphaera recta," und wo die Aequatorshöhe also = 90°) verweilen alle Gestirne (abgesehen von einer — vergl. hinten — Eigenbewegung) eben so lange, nämlich 12 Stunden, über als unter dem Horizonte, indem derselbe dort alle Tagkreise (Parallelen) halbirt, und es gibt also dort keine „Ascensionaldifferenz." Bei abnehmender Aequatorshöhe (zunehmender geographischer Breite) des Beobachtungsortes („Sphaera obliqua") schneidet der Horizont dagegen, mit einziger Ausnahme des als größter Kreis auch halbirten Aequators, sämmtliche übrigen Tagkreise um so ungleicher, je kleiner die dortige Aequatorshöhe, und je größer der Abstand des Parallels vom Aequator, d. h. die Abweichung des betreffenden Gestirns ausfällt. Man sieht hieraus, und dahin will ich auch mit dieser Anmerkung nur, daß die Dauer des Verweilens eines Gestirns über dem Horizonte in der „Sphaera obliqua," und also die Zeit seines „Unterganges" von seiner Abweichung und der Aequatorshöhe

in Zeit verwandelt, und diese Zeit der Zeit der Culmination hinzurechnet; culminirte das Gestirn z. B. um 6 Uhr Abends mittlerer (gewöhnlicher Uhr-) Zeit, und betrüge sein halber Tagbogen, in solche Zeit* verwandelt, 4 Stunden, so würde sein Untergang offenbar um (6 + 4 =) 10 Uhr Abends erfolgen (wobei vorläufig von dem erst hinten zu erwähnenden Einflusse einer, jenen Tagbogen ändernden Eigenbewegung des Gestirns nach Osten abgesehen ist); und man hat demnach allgemein:

Zeit des Unterganges = Zeit der Culmination + ½ Tagbogen.**

Dieß, also ausgedrückt, gälte, wie man sich leicht vorstellig macht, abgesehen von Nebenumständen (z. B. von der erwähnten planetarischen Eigenbewegung), für alle Gestirne: für Fixsterne sowohl als für die Sonne und für Haupt- und Nebenplaneten; von praktischen Schwierigkeiten wird dabei auch noch abstrahirt, und ich habe nur erst einen allgemeinen, sogleich auf das Specielle anzuwendenden Begriff von der Sache überhaupt geben wollen.

Ist nämlich nunmehr zunächst von Fixsternen im besondern die Rede, so gibt man wegen der Beziehung ihres Abstandes auf Fundamentalsterne (vergl. d. Art. S. 588) den Culminationsmoment nicht in der, voran, wie gesagt, nur zur erleichternden Verweisung auf die Jedermann geläufige Uhrbenützung gewählten mittleren, sondern vielmehr in Sternzeit an, welchem solchergestalt ausgedrückten Culminationsmomente man hiernächst den, in dieselbe Zeit (15° = 1 Sternstunde) verwandelten halben Tagbogen hinzurechnet, und also

Zeit des Unterganges des Fixsterns = Zeit seiner Culmination + ½ Tagbogen,

Alles in Sternzeit* (und die man also nachher auf mittlere bringen kann), erhält.

Culminirt ferner die Sonne, so ist es eben 12 Uhr Mittags, von wo an wir die Stunden zählen, wahrer Sonnenzeit; und dieß Gestirn durchläuft von da seinen halben Tagbogen bis zum Untergange in der, auf diesen Bogen (15° = 1 Stunde wahrer Sonnenzeit, vergl. auch diesen Art.) kommenden solchen Zeit, demgemäß für die Sonne die Zeit des Unterganges unmittelbar dem, diesergestalt in wahre Sonnenzeit verwandelten halben Tagbogen (der halben Taglänge) gleich ist. Befindet sich die Sonne z. B. am Aequinoctialtage im Aequator, wo, indem der Horizont, bevorwortetermaßen, diesen größten Kreis halbirt, ihr halber Tagbogen also 90° beträgt; so geht sie bekanntlich um $\left(\frac{90}{15} =\right)$ 6 Uhr Abends wahrer (durch die Zeitgleichung auf mittlere reducirbarer) Sonnenzeit unter.

des Beobachtungsortes abhängt, und daß demnach der Ausdruck der, die letztere Zeit bestimmenden „Ascensional- („Descensional-) Differenz" die gedachten beiden Daten enthalten muß, wie sich denn in diesem Artikel Ascensional-Differenz auch wirklich die Gleichung $\sin \text{Asc.Diff.} = \frac{\text{tang . Abweichung}}{\text{tang . Aeq.-Höhe}}$ dafür findet.

* Ich bevorworte, von „mittlerer" Zeit hier nur vorläufig und wegen der veranschaulichenden Beziehung auf die (gewöhnliche) Uhr zu sprechen; hinten werde ich dagegen, wie es der Gegenstand wirklich erfordert, allerdings Stern- und wahre Zeit anwenden, deren Verhältniß zur mittleren wir aber aus den Art. Sonnenzeit und Gleichung der Zeit hinreichend kennen.

** Wegen Bestimmung der Zeit der Culmination verweise ich auf diesen Artikel; die halben Tagbögen für jede Breite des Beobachtungsortes und jede Abweichung des Gestirns finden sich aber voraus berechnet in den Tafeln z. B. in der „Berliner Sammlung." Band III. S. 233 flgd.

* Der Culminationsmoment folgt dabei aus dem Abstande des Fixsterns vom „Fundamentalsterne" (aus der Differenz ihrer geraden Aufsteigungen); der halbe Tagbogen aber aus der eben erwähnten Tafel, in welcher er sich schon in Sternzeit verwandelt, findet.

Handelt es sich aber letztlich von der Untergangszeit der Planeten und Nebenplaneten (Monde), so kommt dabei für sie natürlich der erwähnte Einfluß ihrer nach Osten gerichteten Eigenbewegung* in Betracht, da in die Augen springt, daß ein Gestirn später untergehen (den Westhorizont später erreichen) muß, wenn dasselbe während der allgemeinen Himmelsbewegung nach Westen, zugleich eine solche entgegengesetzte Eigenbewegung nach Osten ausführt, womit sich auch noch die daher rührende, offenbar den Tagbogen afficirende Aenderung in der Abweichung des Gestirns verbindet. Da dieser Einfluß natürlich in dem Maße stärker ausfällt, in welchem die Eigenbewegung selbst stärker ist, letzterer Fall aber besonders bei unserem Monde eintritt, so will ich an einem auf denselben bezogenen, detaillirten, rechnenden Beispiele zeigen, wie man zur Bestimmung der Untergangszeit solcher, einer gleichzeitigen Eigenbewegung unterworfener Gestirne zu verfahren hat.

Die wahre Sonnenzeit** des Unterganges des Mondes ist nämlich offenbar nichts anderes, als der Abstand der Sonne vom Meridian (ihr Stundenwinkel, s. d. A.), für den Augenblick, zu welchem sich der Mond (sein Mittelpunct) im Westhorizonte befindet; und dieser Abstand ergibt sich, wie man alsbald übersieht,* gleich dem Unterschiede der geraden Aufsteigungen der Sonne und des Mondes + dem halben Tagbogen des letzteren. Dieß vorausgesetzt, komme ich nun zum rechnenden Beispiele selbst.

Für den 26sten Februar 1765 (Lalande's „Astronomie." §. 1023) findet sich der, also aus den Tafeln immer bestimmbare Durchgang des Mondes durch den Meridian zu Paris um 4^h 50′ wahrer Sonnenzeit (welche 4^h 50′ demnach den Unterschied der geraden Aufsteigungen von Sonne und Mond für diesen Tag gleich in Zeit ausdrücken), und für den folgenden Tag um 5^h 40′ Abends; man verlangt die Angabe der Untergangsstunde des Mondes für jenen 26sten Februar zu Paris. Die Abweichung des Mondes (wovon, auseinandergesetztermaßen, der Tagbogen abhängt) ist am 26sten Mittags 23° 35′ nördlich und am folgenden Mittage 26° 29′, nimmt also hier in 24 Stunden, binnen welchen diese Abweichungsbewegung als gleichförmig betrachtet wird, um (26° 29′ — 23° 35′ =) 2° 54′ zu; und eben so ist auch der Aufsteigungsunterschied in den 24^h 50′ von 4^h 50′ des 26sten Abends bis 5^h 40′ des 27sten Abends um (5^h 40′ — 4^h 50′ =) 50′ gewachsen.

Zu jener nördlichen Abweichung des Mondes von (nahe) 23½° für den 26sten Mittags, und der Polhöhe

* Man könnte mir einwenden, daß diese „Eigenbewegung" auch der Sonne gemein ist; für dieses Gestirn besteht der betrachtete Einfluß aber eben darin, die sonst Statt habende Sternzeit in gleich viel wahre Sonnenzeit zu verwandeln. Die obigen 90° des Aequators z. B. werden von der Sonne (mit Inbegriffe jener ihrer Eigenbewegung) eben sowohl in 6 wahren Sonnenstunden, als von einem Fixsterne in 6 Sternstunden durchlaufen; die Stunden gegenseitig sind dabei an Dauer zwar allerdings ungleich (die Sonnenstunde ist länger, als die Sternstunde); die entsprechende Zahl der Grade aber bleibt dieselbe.

** Auf diese nämlich hat man sich, der Natur des gleich zu beschreibenden Verfahrens gemäß, auch hier unmittelbar zu beziehen, und dieselbe erst nachher durch Hinzufügung der Zeitgleichung (s. d. A.) mit ihrem Zeichen in die mittlere (in die Uhr-) Zeit zu verwandeln, welche wir mit dieser Bevorwortung Eingangs angewendet haben.

* Man versinnlichet sich dieß am besten, wenn man sich die Sonne dem Monde westlich vorauf denkt: der Bogen, um welchen sie vorauf geht, ist dann offenbar der Unterschied der beiderseitigen geraden Aufsteigungen, und der Rest ihres Meridianabstandes im Augenblicke des Unterganges des Mondes der halbe Tagbogen dieses letzteren Gestirns.

(Breite) von Paris = (nahe) 49° findet sich in den angeführten Tafeln der halbe Tagbogen in Zeit = 8 h 4′, * welche, zur obigen Culminationszeit der 4 h 50′ hinzugerechnet, die gesuchte Untergangsstunde des Mondes am 26sten Februar = 12 h 54′ (in der Nacht vom 26sten auf den 27sten um 54′ nach Mitternacht) geben.

Dem würde nun auch wirklich so seyn, wenn nicht der Mond in der unterdeß verstrichenen Zeit auch noch diejenigen eigenen Bewegungen in gerader Aufsteigung und Abweichung ausgeführt hätte, deren Einfluß wir hier eigentlich untersuchen. Durch die erstere ist der Aufsteigungs-Unterschied von Mond und Sonne, welchen wir für den 26sten = 4 h 50′ gefunden hatten, in der Zeit der 8 h 4′ um 16 1/4′, also auf 5 h 6 1/4′ gewachsen; denn da die Veränderung auf 24 Stunden 50′ eben = 50′ ermittelt worden, so macht dieß (24 h 50′ : 50′ = 8 h 4′ : 16 1/4′) jenen Betrag aus. Die Abweichung aber hat, wie man sich auf gleiche Weise durch Anwendung von Regel-de-tri auf die nachgewiesene 24stündige Veränderung überzeugt, ** in der Zeit vom Mittage des 26sten bis zum (ungefähren) Untergangsmomente der 12 h 54′ um 1° 33′, und also bis auf (23° 35′ + 1° 33′ =) 25° 8′ zugenommen, welcher größeren Abweichung auch ein größerer halber Tagbogen, nämlich von 8 h 7′ *** (statt des obigen von nur 8 h 4′) entspricht. Rechnet man aber jetzt diesen genaueren halben Tagbogen der 8 h 7′ dem ermittelten genaueren Aufsteigungsunterschiede der 5 h 6 1/4′ hinzu, so erhält man die genauere Untergangsstunde des Mondes (8 h 7′ + 5 h 6′ 15″ =) . . . . 13 h 13′ 15″, * welche sich also von der erst gefundenen der . 12 h 54′ “

um volle . . . . “ 19′ 15″

unterscheidet.

Dieß Beispiel, welches, wie man sich leicht überzeugt, nicht bloß auf den Nebenplaneten (Mond), sondern auch auf die, bevorwortetermaßen, nicht weniger in einer solchen gleichzeitigen Eigenbewegung begriffenen Hauptplaneten ** Anwendung findet, macht nun, da ich mich hinsichtlich der Fixsterne und der Sonne schon oben erklärt habe, die Anweisung zur Bestimmung der Untergangszeit der verschiedenen Weltkörper vollständig; und ich habe daher jetzt nur noch einige andere Puncte zu betrachten, die sich auf den vorliegenden Gegenstand beziehen.

Dahin gehört die schon in der Anmerkung erwähnte Strahlenbrechung (Refraction); indem dieselbe nämlich alle

* Für nachrechnende Leser: Die Tafel weist für 49° Polhöhe und 23° Abweichung 8 h 1′, für 24° aber 8 h 7′ nach, woraus also für die obigen 23 1/2° die 8 h 4′ kommen; diese Tafel gibt ferner freilich eigentlich nur Sternzeit, wogegen hier von wahrer Sonnenzeit die Rede ist; wir haben uns aber in der vorhergehenden Anmerkung überzeugt, daß auf gleich viel Stern- und wahre Sonnenzeit auch gleich viel Bogen geht; Einer Sternstunde, so gut wie Einer wahren Sonnenstunde entsprechen gleich sehr 15° des Aequators (oder eines Parallels) u. s. w.

** 24 h : 2° 54′ = 12 h 54′ : 1° 33′.

*** Leser, welche mir wieder nachrechneten, wie ich mir deren recht viele wünsche, würden 8 h 9 3/5′ finden; Lalande nimmt aber in seiner, natürlich auf den Mittelpunct der Erde bezogenen Rechnung auf Parallaxe und Refraction Rücksicht, von denen (vergl. beide Art. und auch gleich hinten) die erstere den Mond im betreffenden Vertical mehr erniedriget, als ihn letztere darin erhöhet, daher der entsprechende, so gefundene Tagbogen kleiner ausfallen muß. — Ich avertire hier nur davon.

* Man könnte mir bei abermaligem tieferen Eingehen auf die Sache einwenden, daß es nunmehr eigentlich einer nochmaligen Wiederholung der Rechnung auch mit dieser neuen Untergangszeit bedürfe; allein in der Regel genügt, wie man auch bald einsieht, unser Verfahren vollkommen.

** Einer Ausdehnung auf die Kometen, obwohl sie eigentlich denselben Bedingungen unterworfen sind, bedarf es, aus leicht einzusehenden Gründen, gleichwohl nicht.

Gestirne im Horizonte um etwann ½ Grad erhebt, so gehen sie auch sämmtlich um die entsprechende Zeit später, als die Rechnung sonst angibt, unter. Und da diese Rechnung ferner für den Mittelpunct der Erde geführt wird, für welchen keine Parallaxe (vergl. nochmals den schon citirten Art. S. 240) Statt hat, wogegen dieselbe auf der Oberfläche, auf welcher wir beobachten, allerdings einen Einfluß äußert, so muß nothwendig auch auf sie diejenige Rücksicht genommen werden, welche wir demgemäß in unserm Beispiele bereits haben eintreten lassen.

Unter dem Aequator ferner gehen alle Gestirne, und zwar senkrecht, unter den Polen gehen gar keine,* an den zwischen liegenden Orten nur diejenigen unter, deren resp. nördliche oder südliche Abweichung kleiner als die Aequatorshöhe des Beobachters ist.** So gehen bei uns, z. B. für Leipzig (Aequatorshöhe = 38°), nördliche Gestirne, deren Abweichung mehr als 38° beträgt, gar nicht mehr unter.

Endlich gehört hierher auch noch der

Untergang der Gestirne nach dem Sinne der alten Dichter; Occasus siderum poeticus; *Coucher des astres selon les anciens.* Bei den alten Dichtern und Schriftstellern vom Landbau kommt nämlich eine Art der Bezeichnung gewisser Tage des Jahres durch den Auf- und Untergang der Gestirne vor, deren Veranlassung (Mangel einer genauen Kalender-Einrichtung) in jenem Artikel Aufgang, S. 81, weiter auseinandergesetzt ist. Man hat hierbei mit dem Worte „Untergang" hauptsächlich dreierlei Dinge bezeichnet: das Verschwinden eines Sterns in den Sonnenstrahlen, seinen Untergang zugleich mit dem Aufgange der Sonne, und seinen Untergang mit dem Untergange der Sonne (Occasus *heliacus, cosmicus, acronychos*).

Das Verschwinden in den Sonnenstrahlen (Occasus heliacus; *Coucher héliaque*) ereignet sich an dem Tage, an dem ein Stern, welcher bis jetzt noch entfernt genug von der Sonne gewesen ist, um nach ihrem Untergange am Himmel sichtbar zu seyn, bei ihrem östlichen Fortrücken von ihr ereilt und in ihren Strahlen unsichtbar wird, so daß er sich zum letzten Male in der Abenddämmerung nur eben noch zeigt. Mit diesem Tage, sagt man, „gehe er *heliace* unter;" denn Tages darauf wird man ihn vor dem Glanze der nun schon zu nahen Sonne nicht mehr sehen können (bis er von der östlich immer weiter rückenden Sonne wieder verlassen und nun dagegen in der Morgendämmerung neuerdings sichtbar wird u. s. w.). Da selbst Sterne erster Größe* zur Zeit ihres Unterganges am Horizonte nicht sichtbar werden, wofern die Sonne sodann nicht bereits 10 Grad unter dem Horizonte ist, so findet man die Zeit des „Verschwindens eines solchen Sterns in den Sonnenstrahlen" für einen bestimmten Ort, wenn man den Stern in den Abendhorizont der auf die entsprechende Polhöhe gestellten, künstlichen Himmelskugel (vergl. d. Art. S. 767) führt und den Punct der Ekliptik bemerkt, welcher zugleich 10° unter dem Horizonte steht;

* Dieß heißt: unter z. B. dem Nordpole bleibt die ganze Nordhalbkugel des Himmels mit allen daran befindlichen Fixsternen immer und immer in derselben Art sichtbar. — Die Sonne, der Mond, die Planeten und Kometen aber treten, nachdem sie ihre Abweichung ändern (über den Aequator, als Polarhorizont, zum Nordpol herauf, oder), unter den dortigen Horizont hinab, und gehen also in diesem Sinne (vergl. Aufgang, S. 81, auf und) gleichwohl unter.

** Ist die Abweichung (der Abstand eines Gestirns vom Aequator) größer, als die Aequatorshöhe (der Abstand des Horizonts des Beobachters vom Aequator), so bleibt das Gestirn natürlich immer über oder unter diesem Horizonte, tritt also nie in denselben, d. h. geht (nicht auf und) nicht unter.

* Natürlich wählten die Alten zu solchen Beobachtungen nur Sterne erster Größe, z. B. (Band I. S. 791) den Sirius, da sich dieselben leichter bemerken lassen.

der Tag des Jahres, an dem die Sonne diesen Punct erreicht, ist der Tag des „Verschwindens des Sterns in den Sonnenstrahlen“ für jenen Ort. So findet man z. B., daß sich heut zu Tage der Hundsstern (der eben erwähnte Sirius) für die Polhöhe von Leipzig (51°) etwann den 28sten April* in den Sonnenstrahlen verbirgt. In früheren Zeiten erfolgte Dieß aus den in der Anmerkung entwickelten Gründen auch früher (an einem früheren Tage); und wenn man also die Frage für diese früheren Zeiten ebenfalls durch den Globus beantworten wollte, so müßte derselbe auch nach dem damaligen Stande des gestirnten Himmels gegen die Nachtgleichenpuncte eingerichtet seyn; — in Ermangelung eines solchen Globus hat man den Einfluß des Vorrückens der Nachtgleichen (s. nochmals den Art.) für die Zwischenzeit zu berechnen.

Der Untergang eines Sterns mit Aufgange der Sonne (Occasus cosmicus; *Coucher cosmique*) wird für einen bestimmten Ort wieder mittelst des nach der Polhöhe dieses Ortes gestellten Himmelsglobus gefunden, wenn man den Punct der Ekliptik sucht, der eben im Morgenhorizonte steht, indem sich der Stern zugleich im Abendhorizonte befindet; der Tag, an welchem die Sonne diesen Punct der Ekliptik (diesen Grad der Länge nach dem Kalender oder nach der Ephemeride) erreicht, ist der Tag des „kosmischen Unterganges“ des Sterns. Für Leipzig z. B. geht (vgl. wieder d. Anmerk.) der Hundsstern jetzt etwann den 18ten Novbr. kosmisch (mit Sonnen-Aufgange) unter.

Der Untergang mit Untergange der Sonne (Occasus acronychos; *Coucher acronyche*) fällt für Sterne, die in oder doch nahe bei der Ekliptik stehen, etwann 12 Tage später, als das „Verschwinden in den Sonnenstrahlen.“* Man findet den Tag desselben für einen bestimmten Ort, wenn man denjenigen Punct der Ekliptik sucht, welcher zugleich mit dem Sterne in den Abendhorizont des auf die Polhöhe des Ortes gestellten Globus tritt. Dieser also mit dem Sterne zugleich untergehende Punct ist natürlich dem, bei des (in der Ekliptik angenommenen) Sterns Untergange aufgehenden Puncte (dem obigen „kosmischen“) gerade entgegengesetzt, daher die Tage des kosmischen und akronyktischen Unterganges ziemlich um ½ Jahr auseinander liegen. So geht Sirius, dessen kosmischen Untergang für Leipzig wir oben den 18ten Novbr. gefunden hatten, für denselben Ort akronyktisch um den 17ten Mai unter.

Noch detaillirtere Auskunft hierüber ertheilt Scheibel (Professor der Mathematik zu Breslau, †. 1809): „Unterricht vom Gebrauche der künstlichen Erd- und Himmelskugel.“ 2. Aufl. Breslau, 1785. 8. Auch hat man eine eigene Schrift von Pfaff (dem Erlanger Professor): „De ortibus et occasibus siderum apud auctores classicos commemoratis.“ Göttingen. 1786. 4. Unter dem astronomisch-

* „Heut zu Tage“? Da die Sonne von einem 28sten April bis zum nächstfolgenden, d. h. also nach einem Kalender- (einem tropischen) Jahre, zwar immer wieder gleichen Abstand vom Frühlingspuncte, aber nicht von dem gegen diesen Punct unterdeß (vgl. Vorrücken der Nachtgleichen) ein wenig vorgerückten Fixsterne erreicht, sondern demselben erst etwas später wieder so nahe kommt; so muß auch sein „Verschwinden in den Sonnenstrahlen“ allmälig erst später (an einem späteren Tage), als „heut zu Tage“ eintreten; — und von den älteren Zeiten bis jetzt hat es sich in diesem Bezuge natürlich eben so verhalten.

* Wir haben nämlich oben gesehen, daß dieß „Verschwinden“ (Unsichtbarwerden in dem Glanze) bei einem östlichen Abstande des Sterns von der Sonne von beiläufig 10 Graden erfolgt, welche die Sonne also mit ihrer östlichen Bewegung noch zurückzulegen hat, ehe sie mit dem Sterne dergestalt zusammentritt, daß sie mit ihm zugleich untergeht, und worüber etwann die 12 Tage verstreichen. — Daß diese Bedingung aber auf die in der Ekliptik, in der sich die Sonne selbst auch befindet, stehenden Sterne eingeschränkt sey, sieht man leicht ein.

rechnenden Gesichtspuncte aber behandelt Lalande den Gegenstand in der „Astronomie," an der schon oben bezeichneten Stelle, mit welchen Literar-Notizen ich denn den Artikel beschließe.

Uranus, „Georgsgestirn," „Herschel's Planet;" Uranus, Georgium sidus; *Uranus*, „Planète de Herschel" (wie wenigstens Lalande statt „Uranus" beständig schreibt). Mit diesem letzteren Namen belegt man (vergl. hinten) nach seinem Entdecker, dem großen Herschel, oder nach dem König Georg dem 3ten von England, unter welchem Herschel lebte, denjenigen Planeten, den man seither als den äußersten unseres Systems betrachtet hat, bis er durch Leverrier's rechnende Auffindung des Neptun (s. Planeten, S. 318) aus diesem Range verdrängt worden ist. Die Geschichte der Entdeckung des Uranus ist so interessant, daß ich den Vortrag über diesen Planeten damit anhebe, und erst nachher zu den Elementen der Bahn, womit ich sonst gewöhnlich den Eingang einer Planetenbeschreibung mache, kommen werde.

Herschel* (vergl. die unten folgenden biographischen Notizen, derentwegen vielfach hierher verwiesen ist), damals zu Bath, unfern London, lebend, war am 13ten März 1781 Abends mit Beobachtung des Fixsternhimmels durch sein

* **Friedrich Wilhelm Herschel** der Vater (vom Sohne, auch einem wackern Astronomen, wird hinten die Rede seyn), einer der größten Astronomen, geboren zu Hannover 1738, war der Sohn eines Musikus. Vom Vater zum nämlichen Metier angehalten, trat Er früh bei einem Regimente als Hautboist ein, und begab sich sodann zu seiner musikalischen Ausbildung nach England, wo Er nach mehrerem Stellenwechsel 1766 nach Bath als Organist kam. Eine angeborne Neigung zu den mathematischen Wissenschaften hatte Ihn aber schon früher zu diesem Studium getrieben, und besonders war durch die Lectüre der Schriften des Englischen Astronomen Ferguson (s. d. Art. Astronomie, S. 65, Spalte 2) die Liebe zur Astronomie bei Ihm lebhaft geworden. Ohne Mittel zum Ankaufe von Instrumenten, dachte er darauf, sich selbst dergleichen zu verfertigen, und es gelang ihm nach unsäglichen Bemühungen im Jahre 1774 auch wirklich, ein Spiegel-Teleskop (vergl. d. A. S. 474) von guter Wirkung zu Stande zu bringen. Dadurch ermuthigt, fuhr Er in Verfertigung von „Reflectoren" fort, mit deren einem stärkeren (l. c.) Er dann die im Texte weiter beschriebene Entdeckung des Uranus machte. König Georg III., dieß Verdienst anerkennend, versetzte Ihn darauf in eine Lage, welche Ihm gestattete, ganz der Wissenschaft zu leben, und seine Sternwarte zu Slough (Slow, Dorf bei Windsor) zu etabliren, wo Er, unterstützt von seiner (als 90jährige Greisin noch jetzt — Sptbr. 1847 — zu Hannover lebenden) Schwester Caroline, eine Menge der wichtigsten Entdeckungen, namentlich in der Welt der Fixsterne (s. d. Art., z. B. S. 561), machte. In der Hoffnung, diese noch weiter treiben zu können, construirte Er nun das, auch schon im Art. Spiegel-Teleskop l. c. beschriebene „Riesen-Teleskop," und blieb also in ununterbrochener Verbindung mit dem Himmel, aus welcher Ihn erst sein am 25sten August 1822 bei ungeschwächten Geisteskräften erfolgter, irdischer Tod einstweilen abrief. — Seine schriftlichen Arbeiten finden sich zerstreut in den „Philosophical Transactions," aus welchen der (Erlanger Professor) Pfaff eine Zusammenstellung und Uebersetzung: „Ueber den Bau des Himmels." Dresden, 1826. gr. 8. unternommen hat. — Eine ausführlichere Biographie dieses großen Mannes besitzen wir von dem uns bekannten Französischen Astronomen Arago: „Analyse historique et critique de la vie et des travaux de *Sir William Herschel*," welche ich in meinen Notizen jedoch nur nach den davon im „Magazin für die Literatur des Auslandes." August 1843. Nr. 94 flgd. enthaltenen Auszügen angegeben finde.

Der schon oben erwähnte, einzige, aber würdige Sohn eines so vortrefflichen Vaters, John Herschel, geb. 1790, setzt dessen Forschungen, wieder besonders in Betreffe der Fixsterne, mit dem nämlichen Erfolge fort, und hat sich außerdem

Spiegel-Teleskop beschäftiget, als Er im Thierkreise (vergl. d. Art.) zwischen den Hörnern des Stiers und den Füßen der Zwillinge einen kleinen Stern wahrnahm, der sich durch das 227 Mal vergrößernde Fernrohr als eine Scheibe von merklichem Durchmesser darstellte, und sich dadurch von den Fixsternen, welche (s. d. Art. S. 540) auch in den allerstärksten Fernröhren nur als untheilbare Puncte erscheinen, sogleich unterschied. Bei nachheriger Anwendung einer 460 und 932maligen Vergrößerung *, wurde diese Scheibengestalt immer merklicher. Herschel bestimmte nun durch ein Mikrometer (s. d. Art., wo dieß zur genauesten Abmessung kleiner Distanzen am Himmel dienende Instrument ausführlich beschrieben wird) die Stellung des Gestirns gegen die umgebenden Fixsterne, und erhielt solchergestalt bald die Ueberzeugung seiner Eigenbewegung gegen Osten, wodurch er sich vor den letzteren, als ihren Platz unbeweglich („fix") behauptenden Weltkörpern, noch mehr auszeichnete. Auf den ersten Anblick hatte Herschel (Phil. Transact. für 1781. P. 1, wo Er Rechenschaft von seiner wichtigen Entdeckung ablegt) diesen Stern zwar für einen Kometen genommen; allein der gänzliche Mangel eines Schweifes oder Nebels und die Regelmäßigkeit seines Laufes ließen denselben bald für einen bis dahin unbekannten Planeten erkennen. Am Tage nach seiner Entdeckung, den 14ten März, hatte der Stern mit der Sonne in östlicher Quadratur (90° östlich, links von ihr) gestanden (um 6 Uhr Abends culminirt); seine damals rechtläufige, also nach Osten gehende Eigenbewegung betrug in 24 Stunden kaum 3/4 Minuten; * und man konnte also beurtheilen, daß ihn die, in der nämlichen Richtung schneller (beiläufig 1° täglich) vorrückende Sonne, welcher ich zu mehrerer Anschaulichkeit die Erdbewegung beilege, in etwann 90 Tagen, Mitte Juni, erreichen und mit ihm in Conjunction treten werde, wonächst er, von der östlich immer weiter rückenden Sonne wieder verlassen und ihr bei der Tagesbewegung nun voraufgehend, in der Morgendämmerung sichtbar werden müsse. Schon vorher aber fand ihn der uns vielfach bekannt gewordene Englische Astronom Maskelyne, aufmerksam gemacht durch Herschel's Publikationen, noch in den Abenddämmerungen des März auf; und auch in Frankreich gelang dieß dem uns nicht weniger bekannten Astronomen Messier. Nach Deutschland kam die Nachricht später; und es glückte hier dem damaligen Berliner Hof-Astronomen, unserem viel erwähnten Bode, erst am 2ten August, den neuen Planeten, nunmehr also in der Morgendämmerung zu beobachten. Man sah ihn sodann am 25sten Septbr. (immer noch 1781) in der zweiten (westlichen) Quadratur, wo er demnach 6 Uhr Morgens culminirte, und wo er „stationair" **

durch ein großes physikalisches Werk über das Licht, deutsch durch Schmidt: „Theorie des Lichtes." Stuttg. 1831. 8. berühmt gemacht. Zurückgekehrt von einer Reise nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung zu Beobachtungen des südlichen Himmels, deren Resultate: „Results of astronomical observations made during the years 1834 — 1838 at the cape of good hope." London. 1847. 4. — so eben erst veröffentlicht worden sind, steht er jetzt als Professor bei der Universität zu Cambridge, und wirkt dort fortwährend eifrig für seine Wissenschaft.

* Nämlich durch Anwendung von Ocularen geringerer Brennweite, indem der „Reflector," d. h. das Spiegel-Teleskop (S. 472), gleichwie der „Refractor" (das gewöhnliche Fernrohr) so oft vergrößert, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite (des Objectivs) des Hohlspiegels enthalten ist.

* Wenn Uranus täglich etwann 3/4' macht, so durchläuft er 1° (60') in 80 Tagen, und 360°, d. h. seine ganze Bahn also in (80 . 360 =) 28800 Tagen = etwann 80 Jahren; so lange dauert aber, wie wir jetzt wissen, die (vgl. hinten) ungefähre Revolution dieses Planeten wirklich; und Herschel hatte also richtig beobachtet. — Vom (geringen) Unterschiede zwischen geocentrischer und heliocentrischer Ortsveränderung des so weit entfernten Gestirns ist dabei abgesehen.

** Leser, welche diesen Art. also vergleichen sollten, habe ich wegen eines dort S. 502,

(vergl. d. A.), und gegen die Zeit seiner, am 25sten Decbr. eintretenden Oppo-sition rückläufig (s. auch diesen A.) wurde. Zugleich aber fand sich seine Bewegung langsamer oder schneller nach Maßgabe des Wachsens oder Abnehmens der Größe der „Radien vectoren" (seiner Abstände von der Sonne), zu deren Berechnung im selbigen Artikel Anleitung ertheilt wird. Alle diese den Gesetzen des Planetenlaufes so vollkommen entsprechenden Umstände ließen denn kaum einen weiteren Zweifel darüber übrig, daß dieser Stern wirklich ein Planet sey, welcher jenseit des Saturn in einer regelmäßigen elliptischen Bahn um die Sonne laufe, und dessen mittlere Entfernung von der letzteren, nach Maßgabe der schon oben ermittelten ungefähren Umlaufszeit von 80 Jahren, und der dritten Kepler'schen Regel (S. 911) auf etwann 18 Sonnenweiten (d. h. — vergl. d. A. — mittlere Abstände der Sonne von der Erde = 20000000 Meilen) angeschlagen werden dürfe.

Obschon dieser Planet nur als ein Fixstern 6ter Größe erscheint, so hat ihn doch schon Herschel (Phil. Transact. l. c.) bei heiterer Luft mehrmals mit bloßen Augen gesehen; und ein astronomischer Freund versichert mir, daß ihm dieß zuweilen auch gelinge. Die Scheiben-Form erkennt man jedoch nur durch ziemlich starke Vergrößerungen.

Hieraus und aus dem Umstande seines so äußerst langsamen Fortrückens wird nun leicht erklärlich, „warum er erst so spät entdeckt worden?" Zwar ist diese Frage, wie unser Lichtenberg im Göttinger Taschenb. f. 1783 witzig bemerkt, nicht viel vernünftiger, als die von Lelio's Bedienten in Lessing's Schatze, der gar zu gern wissen möchte, „weßhalb der Vater seines Herrn gerade heut, und nicht lieber ein Jahr früher oder später wiederkommt, welches ihm viel begreiflicher gewesen seyn würde." Man hat sie aber doch aufgeworfen, um zweifelhaft zu machen, ob dieser Stern stets am Himmel gestanden habe, oder nicht vielmehr nur eine periodische Erscheinung sey. Allein er kann wirklich schon früher öfter gesehen und nur für nichts anders als für einen Fixstern gehalten worden seyn.

Durch diese Betrachtungen veranlaßt, verglich Bode indeß sorgfältig Tobias Mayer's Zodiakal-* Fixstern-Verzeichniß (s. d. A. S. 576) vom Jahre 1756, um zu erforschen, ob nicht jetzt vielleicht ein früher in demselben als Fixstern angemerktes Gestirn an seiner damaligen, vom Planeten also indeß verlassenen Himmelsstelle fehle; und er fand wirklich, daß dieß der Fall mit einem, von Mayer beim Wassergus des Wassermanns (Sternbilder, S. 504), östlich vom Sterne φ, mit der Notiz „nur Einmal beobachtet," unter Nr. 964 aufgeführten Sterne der Fall sey. Gerade diese Stelle mußte aber der neue Planet um die angegebene Zeit (25sten Sept. 1756) seiner Beobachtung als Fixstern durch Mayer „rechnungsgemäß" am Himmel eingenommen haben; und gleichergestalt ergab sich nachher noch, daß auch der Englische Astronom Flamstead (B. I. unseres Werkes, S. 575) diesen Planeten 1690 am 13ten Decbr. alten (23sten Decbr. neuen) Styls gesehen, aber ebenfalls für einen Fixstern gehalten, und als einen solchen unter Nr. 34 ♉ (des Stiers) in seine „Historia coelestis." II. 86. eingetragen habe, an welcher, der Rechnung gemäßen, damaligen, nachher aber verlassenen Himmelsstelle der Planet also jetzt ebenfalls fehlte.**

Spalte 2 unten, vorkommenden, schon im Drucksehler-Verzeichnisse hervorgehobenen Errors um Entschuldigung zu bitten; die dortigen Worte „Abends," „Morgens," „von ihm weg," „auf ihn los," müssen in umgekehrter Ordnung stehen; in der Quadratur nach der Conjunction culminirt Juviter (nicht „Abends," sondern) Morgens 6 Uhr, und die Erde geht dann (nicht „gerade von ihm „weg," sondern) gerade auf ihn los u. s. w. — Für den im Artikel eigentlich erklärten Begriff des „Stationairen" ist dieß jedoch ohne allen Einfluß.

* Zodiacus, Thierkreis (s. d. A.); — die Sterne dieser Himmelszone brauchten nämlich allein verglichen zu werden, indem die Planeten (nicht die „Planetoiden") sich stets nur in ihr aufhalten.

** Ich hebe alle diese Umstände so sorgfältig

Solchergestalt waren denn also auch diese letzten Zweifel, ob Herschel's Stern wirklich ein, wie gesagt, jenseit des Saturn kreisender Planet sey, zerstreuet, und Bode schlug nunmehr für denselben den sehr schicklichen Namen Uranus (bekanntlich Vater des Saturn, gleichwie Saturn Vater des Jupiter) vor, welchen die Berliner Akademie genehmigte, und welcher sodann allgemein angenommen worden ist, obwohl Herschel selbst dagegen, zu Ehren seines Königes Georg, nach dem Vorgange des Marius und Galilei, als Entdecker der Jupitersmonde (Nebenplaneten, S. 212), die Bezeichnung durch „Georgium sidus" wünschte. Nicht weniger wurde das auch von Bode empfohlene Zeichen ♅ für den neuen Planeten gut geheißen.

Die eben angeführten Mayer'schen und Flamstead'schen Himmelsorte des Uranus dienten hiernächst als ältere Beobachtungen, und gewährten somit das Mittel der sofortigen genaueren Bestimmung seiner Elemente, zu welchen ich, bevorwortetermaßen, nach dieser historischen Einleitung jetzt übergehe.

Nach diesen genaueren Bestimmungen beträgt aber die vorn nur ungefähr zu 80 Jahren angeschlagene siderische Revolution (die Rückkehr zu einem Fixsterne) des Uranus 30686,8 Tage oder 84 (Julianische) Jahre (d. i. zu 365¼ Tagen) und 6 Tage, woraus die tropische* Revolution (die Rückkehr zum Frühlingspuncte) = 30597, also 89 Tage kürzer* folgt. In jener Zeit durchläuft der Planet seine ganze Bahn um die Sonne, deren Länge über 2400 Mill. Meilen beträgt, indem die halbe große Axe dieser elliptischen Bahn (die mittlere Entfernung des Uranus von der Sonne) = 19,18 Sonnenweiten (nahe dem 20fachen der halben Erdbahn-Axe), oder letztere, wie oben, zu 20 Millionen Meilen gerechnet, in runder Summe = 400 Millionen Meilen** ist, dem zu Folge sich seine stündliche Bewegung in dieser Bahn auf nahe 3300*** Meilen beläuft.

hervor, um die Bewunderung und Ehrfurcht für die erhabene Wissenschaft wo möglich noch zu erhöhen, welche, als Beobachterin, einem Sternchen sechster Größe unter Milliarden anderer teleskopischer Sterne einen genauen Platz anzuweisen, als Rechnerin aber darzuthun versteht, daß dieser Platz nicht sowohl einem fixen Sterne, als vielmehr einem, nach bestimmten Gesetzen in Bewegung begriffenen Planeten angehöre.

* Wir haben die synodische Revolution daraus durch die im Artikel Aspecten bewiesene Formel $\frac{Tt}{T-t}$, wo T die tropische Revolution des Uranus, t die der Erde bedeutet, ableiten gelernt, welche sich danach $= \frac{84 \cdot 1}{83} =$ nahe = 1 Jahre (genauer 369 Tage) findet, nach welcher Zeit die Erde wieder zur Opposition mit diesem Planeten kommt.

* Wie kann es mit diesen 89 Tagen zugehen? Der Frühlingspunct rückt (s. Vorrücken der Nachtgleichen) dem Planeten in seiner Bahn jährlich um 50", also dem Uranus in 84 Jahren um (84 . 50" = 4200" =) 70' entgegen, zu deren Durchlaufung dieses Gestirn mit seiner oben nachgewiesenen ungefähren täglichen Bewegung der ¾' demnach $\frac{70.}{3/4}$ oder etwann die 89 Tage gebraucht, ehe dasselbe den indeß so viel weiter entfernten Fixstern wieder erreicht, daher das siderische Uranusjahr um so viel länger als das tropische ausfällt.

** Der Durchmesser der Uranusbahn ist also = 800 Millionen Meilen, woraus der Umfang, wenn ich diese Bahn als Kreis, von welcher Form sie, wie wir gleich näher sehen werden, wenig abweicht, betrachte, durch Multiplication mit der Ludolph'schen Zahl (3,141) = den obigen (über) 2400 Millionen Meilen folgt.

*** Der Planet Erde (s. d. A. S. 364) durchläuft in seiner Bahn 4 Meilen in der Secunde, und daher in 3600 Secunden, d. h. in 1 Stunde (3600 . 4 =) 14400 Meilen. Nun verhalten sich die Geschwindigkeiten (die in gleichen

Die Excentricität dieser elliptischen Uranusbahn, d. h. der Unterschied zwischen der größten und kleinsten Entfernung des Planeten von der Sonne, wie sich derselbe, nachdem schon die ganze Bahn mit Zuhülfenahme der nachgewiesenen früheren Himmelsorte* hatte berechnet werden können, alsbald ergab, beträgt nur 0,046 der zur Einheit genommenen halben großen Are, also (0,046 . 400 Millionen) etwann 18 Millionen Meilen, auf welche Geringfügigkeit ich meine obige Annahme der Kreisgestalt für diese Bahn habe begründen dürfen. Daraus folgt die größte Entfernung von der Sonne (mittlere der 400 Millionen Meilen + Excentricität) = 418 Millionen Meilen, und die kleinste (mittlere — Excentricität) 382 Millionen Meilen.

Von der Erde aber, deren eigene Entfernung von der Sonne („Sonnenweite") wir = 20 Millionen Meilen gefunden haben, steht Uranus danach in der größten Entfernung (418 + 20) 438 Millionen, in der kleinsten (382 − 20) 362 Millionen, und in der mittleren $\left(\frac{438 + 362}{2}\right)$ wie von der Sonne, etwann 400 Millionen Meilen ab.

Die Länge des Perihcliums (vergl. Sonnenferne, wo Anleitung zu dieser Bestimmung ertheilt wird) in der Bahn war* nach den Tafeln am 1sten Januar 1801 . 167° 30′ 25″; und zur nämlichen Zeit betrug, wie in diesen Tafeln gleich daneben angegeben wird, die mittlere Anomalie . 10° 17′ 37″

woraus also die damalige Epoche** = . 177° 48′ 2″ folgt (welche Angabe mit der im Artikel Epoche, S. 337, enthaltenen bis auf eine ganz unbedeutende Kleinigkeit übereinstimmt).

Die Länge des aufsteigenden Knotens (s. Knoten) für denselben Zeitpunct ferner (und zwar in der Ellip-

Zeiten zurückgelegten Wege) wie die Quotienten der Bahn-Umfänge, oder, letztere kreisförmig angenommen, der Halbmesser durch die Umlaufszeiten; und da der Bahnhalbmesser des Uranus, nachgewiesenermaßen, 20 Mal, und die Umlaufszeit dieses Planeten 84 Mal länger, als der Halbmesser der Erdbahn (1) und das Erdjahr (1) sind, so hat man $\frac{1}{1} : \frac{20}{84} = 14400 : 3300$, wenigstens so nahe, als es sich nach diesen nur beiläufigen Annahmen erwarten läßt. Man sieht hieraus, und das soll auch in dieser Anmerkung eigentlich nur nachgewiesen seyn, auf welche Art das Verhältniß der planetarischen Geschwindigkeiten in den näheren und entfernteren Bahnen durch die, hinwiederum vermittelst der dritten Kepler'schen Regel (vergl. diesen Art. S. 911) aus den Umlaufszeiten zu folgernden Abstände von der Sonne (vom Centralkörper des Systems) bestimmt werden. — Ich wähle, um diese allmälige Ableitung des Einen aus dem Andern hier nochmals recht übersichtlich darstellen zu können, eben die obige neue Anordnung in der Aufzählung der Elemente des Uranus.

* Die Astronomie besitzt Methoden, um aus drei vollständigen (nach gerader Aufsteigung und Abweichung bestimmten), hinreichend weit auseinander liegenden Himmelsorten eines Planeten seine ganze Bahn nach allen ihren Dimensionen abzuleiten. — Ich komme in einem besondern Anhange dieses 2ten Bandes unseres Werkes hierauf zurück.

* „War?" Es gehen, wie ich nur erst noch im Art. Saturn, S. 368, auseinandergesetzt habe, in diesen Elementen kleine säculare Aenderungen vor, daher man sich bei ihrer Angabe, wie oben, auf einen bestimmten Zeitpunct beziehen muß.

** „Mittlere Anomalie" (vergl. d. A.) = der, vom Perihelium ab gerechneten „mittleren Länge in der Bahn," so daß sich also, nach Hinzurechnung der „Länge des Periheliums" selbst, die „Epoche" (auch eigener Art.), d. h. die „mittlere Länge in der Bahn" vom Anfangszählpuncte, von welchem ab auch die „Länge des Perihels" gerechnet worden, ergibt.

tik sowohl als in der Bahn)* war . . . . . 72° 59′ 35″; und die Neigung (auch eigener Art.) der Bahnebene des Uranus gegen die Ebene der Ekliptik endlich nur . . 46′ 28″; — womit denn die sämmtlichen Elemente (vergl. d. Art.) dieses Planeten bestimmt sind.

Der Durchmesser der Scheibe des Uranus sodann zeigt sich uns (d. h. von der Erde aus gesehen) unter einem Winkel von 4 Secunden, wogegen der Durchmesser der Erdkugel auf dem Uranus höchstens 1 Secunde groß erscheinen kann.

Dieß läßt sich aus der Horizontal-Parallaxe (s. d. Art. S. 240) dieses Planeten, welche ihrerseits aus seiner (uns schon bekannt gewordenen) Entfernung hervorgeht, folgern; denn diese „Horizontal-Parallaxe" eines Gestirns ist, wie in demselben Art. weiter auseinandergesetzt wird, nichts anderes, als der Winkel, unter dem der Erdhalbmesser auf dem Gestirne gesehen wird, so daß ihre Verdopplung also den dortigen scheinbaren Erddurchmesser angibt. Nun verhält sich aber der von der Erde gesehene scheinbare Durchmesser des Uranus (4″) zu dem vom Uranus gesehenen scheinbaren Durchmesser der Erde (1″) offenbar wie der wahre Durchmesser des Uranus (x) zum wahren Durchmesser der Erde (1720 geogr. Meilen; s. Erde, S. 363), und man hat also:

$$4 : 1 = x : 1720,$$

woraus $x = (4 \cdot 1720 =)$ etwann 7000 geograph. Meilen kommt (andere Astronomen geben denselben etwas größer).* Demnach beträgt die Kugeloberfläche des Uranus etwann 150 Millionen Quadratmeilen, oder 15 Mal mehr als die Oberfläche der Erde (l. c.), und der Cubik-Inhalt** dieses Planeten 180000 Millionen Cubikmeilen, also das 70fache des Cubik-Inhaltes der Erdkugel (von — vergl. wieder Erde, l. c. — 2600 Millionen solcher Meilen).

Wäre Uranus bei diesem also 70 Mal größeren Volumen zugleich so dicht als der Planet Erde (betrüge auch sein Gewicht das 70fache des Gewichts der Erdkugel; müßte man, um den in eine Wageschale gelegten Uranus aufzuwägen, in die andere 70 Erdkugeln thun); so würde er auch in der Himmelswage, d. h. durch seine Schwerkraft, durch die Gewalt der von ihm bewirkten Pertur-

* Ich erinnere nämlich nochmals daran, daß man in der Planetenbahn, rückwärts vom aufsteigenden Knoten, als einem der beiden, ihr mit der Ekliptik gemeinschaftlichen (Durchschnitts-) Puncte, einen der Länge dieses Knotens auf letzterer gleichen Bogen nimmt, und von dessen anderem (westlichen) Endpuncte an die Längen in der Bahn, wie (vergl. die voraufgehende Anmerk.) oben die Länge des Perihelium's, die Epoche u. s. w. zählt. Auf diese Weise wird der beständige Bezug der Planeten- zur Erdbahn (Ekliptik), als diejenige, welche der irdische Astronom natürlich zunächst im Auge hat, am besten erhalten.

* Ich mache überhaupt darauf aufmerksam, daß die Angaben über diesen Planeten Uranus nicht bei allen Astronomen ganz genau übereinstimmen, welches bei Berücksichtigung seiner ungeheuren Entfernung und der Kleinheit seines scheinbaren Durchmessers auch nicht befremden darf.

** Der Durchmesser der 7000 Meilen, mit 3,141 multiplicirt, bringt den Umfang des Uranus-Aequators = nahe 22000, woraus die Fläche des größten Kugelkreises $= \frac{22000 \cdot 7000}{4}$ $= 41000000$, und die Kugeloberfläche, als das 4fache der Kreisfläche $=$ 164000000, für welche wegen den leicht begreiflichen Schwierigkeiten genauester Bestimmung die obigen 150 Millionen Quadratmeilen angenommen worden sind; — der Cubik-Inhalt sodann endlich folgt daraus $= 150000000 \cdot \frac{7000}{6}$. — Ich hätte mich dieser Rechnung wegen zwar auf die Elementargeometrie beziehen können; manchen Lesern ist es indeß angenehm, auch solche Sätze unmittelbar vorzufinden.

bationen (vergl. d. A.), einen 70 Mal größeren Einfluß als die Erde ausüben; allein dieser Einfluß findet sich dagegen nur etwann $^1/_4 . 70 = 18$ Mal* größer, als der perturbirende Erdeinfluß; — und es folgt daraus unabweislich, daß die Dichte (das durchschnittliche specifische Gewicht) des Uranus (vgl. hinten) nur $^1/_4$ der mittleren Dichte der Erde beträgt, welches Resultat sehr gut mit der, in diesem Artikel S. 370 beigebrachten Encke'schen Bestimmung der planetarischen Dichten übereinstimmt.

Da Uranus, um nunmehr auf seine physische Beschaffenheit zu kommen, so unermeßlich weit von uns entfernt ist, so wissen wir von seiner Oberfläche wenig; er erscheint uns als eine, wie gesagt, sehr kleine, runde, matt, aber durchaus gleichförmig beleuchtete Scheibe, auf welcher wir Flecken oder Streifen zu erkennen nicht mehr vermögend sind. Nun ist aber die Rotationszeit eines Gestirns, wie ich in diesem Artikel gezeigt habe, nur aus der Rückkehr eines solchen „Fleckens" zu einer nämlichen Stellung gegen das Auge des Beobachters abzuleiten; und der Mangel wahrnehmbarer Flecken auf diesem Planeten macht also eine Bestimmung seiner Rotation durch unmittelbare Beobachtung unthunlich.

Gleichwohl darf eine solche aus andern Gründen als ausgemacht betrachtet werden. Zuerst nämlich ist eine schnelle (die zehnstündige) Rotation der allgemeine Charakter der zweiten Gruppe des Systems der Planeten (S. 319): wir gewahren sie am Jupiter, am Saturn, und dem Uranus also muß sie analogisch beigelegt werden. Mit dieser Analogie verbindet sich aber die sehr starke Abplattung (s. d. A.) dieses Planeten; Mädler, unser sorgfältiger Dorpat'er Beobachter, findet („Astr. Nachr." Nro. 460 und 493) das Verhältniß des äquatorealen zum polaren Durchmesser desselben $= 10,85 : 9,85 = 11 : 10$; also die Abplattung $= ^1/_{11}$* (d. h. wann man den — größeren — äquatorealen Durchmesser des Uranus in 11 gleiche Theile theilt, so enthält der — kleinere — polare Durchmesser nur 10 dieser Theile; er ist um $^1/_{11}$ des äquatorealen kürzer), welches selbst die Abplattung des Jupiters, die (vergl. d. A. S. 826) nur etwann $^1/_{13}$ beträgt, übertrifft, und also eine schnelle Rotation, wovon die „Abplattung" nur als Folge erscheint, beweist.

Neben dieser großen Abplattung, der demnach stärksten in unserm ganzen Sonnensysteme, ist Uranus aber durch eine andere, und so weit unsere Beobachtungen reichen, beispiellose Eigenthümlichkeit ausgezeichnet: ich meine die Lage seiner Rotationsaxe gegen die Ebene seiner Bahn um die Sonne. Während die Rotationsaxe der Erde nämlich mit der Ebene der Ekliptik einen Winkel von über 66° macht, und das Complement davon: unsere „Schiefe der Ekliptik" (s. d. Art.), d. h. der Winkel des Erdäquators mit jener Ebene, also noch nicht 24° beträgt, fällt die Rotationsaxe des Uranus dagegen in die Ebene seiner Bahn um die Sonne; die dortige „Schiefe der

* Es läßt sich hieran noch eine lehrreiche, den Fall schwerer Körper (vergl. d. A. S. 418) auf der Uranus-Oberfläche betreffende Betrachtung knüpfen. Nach dieser Maßgabe der also 18 Mal größeren Schwerkraft des Uranus nämlich mußte dieser Fall dort auch 18 Mal größer, als auf der Erde (wo er in der 1sten Secunde bekanntlich 15 Fuß beträgt) ausfallen; er mußte $= 18 . 15$ Fuß seyn. Allein wir haben dagegen den Halbmesser der Uranuskugel auch über 4 Mal größer, als den der Erde gefunden; und da (vgl. Gravitation) die Fallgröße hinwiederum im Verhältnisse des Quadrats des Halbmessers abnimmt, so hebt dieser Einfluß ($4^1/_4{}^2 = 18$) den obigen etwann auf; und der Fall schwerer Körper auf der Uranusoberfläche kann somit, wie bei uns, ebenfalls nur 15 Fuß betragen, wie ihn denn der uns bekannte Wiener Astronom Littrow, schärfer rechnend, $= 14,6$ Fuß findet.

* Wie delicat diese Bestimmung sey, geht aus dem darüber herrschenden Widerspruche in den älteren und neuesten Angaben hervor; Gruithuisen, der Münchener Astronom, findet die Abplattung (S. 26) nur erst noch $= ^1/_{60}$.

Ekliptik" beträgt danach volle 90°,* und der Uranus-Aequator steht also senkrecht auf jener Ebene.

Ich bitte die Leser, sich diese Lage der Uranus-Rotationsaxe in der Bahn des Planeten um die Sonne, und also die Lage gegen letztere recht zu versinnlichen, und sich dabei zugleich an den beständigen Selbst-Parallelismus (s. d. A.) der gedachten Axen** zu erinnern. Sie werden dann finden, daß, diesem Umstande gemäß, die Sonne, welche sich bei uns kaum bis 24° zu beiden Seiten vom Aequator entfernt, auf dem Uranus dagegen, 90° von demselben ab, bis in die Pole steigt; in einem Puncte der Bahn, von dem wir ausgehen wollen, hat bei dieser Lage der Axe der Nordpol die Sonne im Zenith, von wo an sie in einem Uranus-Vierteljahre, d. h. in $\left(\frac{84}{4} =\right)$ 21 unserer Jahre, in Schraubengängen zum Aequator hinabsinkt, im folgenden Uranus-Vierteljahre in das Zenith des Südpols (Nadir des Nordpols) tritt, nach abermaligen 21 unserer Jahre wieder den Aequator erreicht, und endlich nach dem 4ten Uranusquartale zum Nordpole zurückkehrt und damit das Uranusjahr beschließt;*** man darf diese vier 21jährigen Perioden die 4 Jahreszeiten des Uranus nennen, von denen demnach jede, statt bei uns 3 Monate, die angegebene Anzahl von Jahren

* Dieß ist das Resultat früherer Beobachtungen von Herschel dem Vater; Mädler (l. c.) findet in naher Uebereinstimmung 85°. — Man könnte noch nach der Art des Verfahrens zur Bestimmung dieser Stellung der Rotationsaxe fragen; allein da diese Axe als die kürzere (die polare) charakterisirt ist, so bedürfte es nur der Wahrnehmung ihrer Lage gegen die Ekliptik, mit welcher (s. oben) die Bahn-Ebene des Uranus fast zusammenfällt. — Dieß gibt wenigstens einen Begriff von der Möglichkeit der Entscheidung durch Beobachtung.

** Ich sage „Axen," indem dieser Parallelismus (s. nochmals d Art. gleich Eingangs), als allgemeines Himmelsgesetz, für alle Rotationsaxen gilt.

*** Da diese Erklärung des Wechsels der Tages- und Jahreszeiten auf dem Uranus vielleicht nicht alsbald alle meine Leser gleich sehr befriedigt, und die Sache unter dem obigen Gesichtspuncte des ehrwürdigen Herschel gleichwohl so unendlich anziehend erscheint, so will ich noch eine andere Darstellung, welche ich in meinen Collectaneen auffinde, mittheilen.

„Die große Schiefe der Ekliptik auf dem Uranus," heißt es aber daselbst, „muß für die Tages- und Jahreszeiten dieses Planeten Folgen haben, welche von Demjenigen, was wir in diesem Bezuge auf der Erde beobachten, vollkommen verschieden sind. Die heiße, die gemäßigte, die kalte Zone, in unserem Sinne des Wortes, können danach nämlich dort nicht, wie bei uns, auf bestimmte Gegenden eingeschränkt seyn und bleiben, sondern verbreiten sich vielmehr in steter Folge über alle Puncte der Uranus-Oberfläche, deren jeder die Sonne successiv in das Zenith und Nadir bekommt. Zur Zeit des Sommereintrittes in der nördlichen Uranus-Hemisphäre, um wieder damit anzufangen, d. h. also zu derjenigen Zeit, zu welcher die Sonne für diese Hemisphäre die größte Mittagshöhe erreicht hat, steht sie im Zenith des Nordpols, also im Nadir des Südpols selbst; die Lichtgrenze wird dann durch den Aequator gebildet, und jener Pol gibt den Mittelpunct der heißen, wie dieser umgekehrt den der kalten Zone ab. 90° östlich und westlich in der Bahn davon findet sich die Sonne, auf welche ich zu leichterer Versinnlichung die Bahnbewegung des Planeten übertrage, dagegen im Zenith des Aequators; und indem sie von hier durch die ganze eine Hälfte der Bahn, also während voller $\left(\frac{84}{2} =\right)$ 42 Jahre, zu dem einen Pole hinauf, wie vom andern hinab steigt, so hebt damit für jenen ein ununterbrochener 42jähriger Tag, wie für diesen eine gleich lange stete Nacht an." — Diese Auseinandersetzungen werden, meiner Absicht gemäß, wenigstens das im Texte Angedeutete noch näher bestimmen, wogegen es dann eigene Sache des Liebha-

dauert, unter welchem Gesichtspuncte ich sogleich darauf zurückkomme. Herschel, der angegebene erste Beobachter dieser Anomalien, macht aber („Phil. Transact." für 1798, S. 47) dazu die interessante Bemerkung, „daß uns diese merkwürdigen Anomalien bei ihrem Vorkommen an den Grenzen (wenn auch nicht an den äußersten, welche jetzt der — vergl. Planeten — erst unterdeß entdeckte „Neptun" bezeichnet) des Systems wahrscheinlich auf ganz andere, in den folgenden höheren Systemen zu erwartende Einrichtungen vorbereiten sollen."

Die nun also näher zu betrachtende, so außerordentlich viel längere Dauer der Jahreszeiten auf dem Uranus weist nämlich, wie ich diesen Gesichtspunct für die sogenannten „oberen Planeten" (die „zweite Gruppe") schon öfter aufgestellt habe, auf eine, in demselben Verhältnisse größere Stabilität der dortigen Lebenseinrichtungen hin. Einem 21jährigen Uranus-Frühlinge werden andere und dauerndere Blumen blühen, einem 21jährigen dortigen Herbste andere, ausgebildetere Früchte reifen, als die entsprechenden nur 3monatlichen Jahreszeiten der Erde zu liefern im Stande sind;* und den Existenzformen auf dem Uranus muß also schon aus diesem Grunde ein eben so anderer und höherer Charakter, als auf unserem Planeten beiwohnen. Hierzu tritt die bereits vorn ermittelte mehrere Stofffeinheit der diesen Planeten constituirenden Materien: wir hatten die mittlere Dichtigkeit desselben 4 Mal geringer als der Erde gefunden, dem zu Folge für alles dort Vorhandene ein minder derb-körperlicher, ein ätherischerer Charakter angenommen werden darf. Allein ich selbst will diese Schlußfolge des Beweises für eine solchergestalt wachsende Vollkommenheit des Seyns nach Maßgabe der mehreren Entfernung der Planeten vom Centralkörper, womit nicht nur ihre Unabhängigkeit von demselben, und ihre Jahresdauer, sondern, wie wir schon beim Jupiter und Saturn gesehen haben, und nun nicht weniger beim Uranus wahrnehmen, auch die Stofffeinheit ihrer Körperwelt wächst, nicht fortsetzen: man hat mir die Lebhaftigkeit meines Enthusiasmus für diese Idee zuweilen sogar zum Vorwurfe gemacht; und ich übertrage die weitere Ausführung daher lieber einem Dritten: dem ehrwürdigen Philosophen Kant, welchen ein gleicher Vorwurf nicht treffen wird. Dieser tiefsinnige Denker sagt aber (vergl. Planeten, S. 320.) in seiner „Naturgeschichte und Theorie des Himmels," 4te Aufl. Zeitz, 1808. gr. 8. S. 132 und 134, in vollkommenster Uebereinstimmung mit meiner Hypothese, ausdrücklich und wörtlich: „es sey nach den von ihm entwickelten Analogien als unzweifelhaft anzunehmen, daß die Vollkommenheit der materiellen sowohl als der Geisterwelt vom Mercur bis zum Uranus, oder, wofern von dort ab noch ferner Planeten existirten,* darüber hinaus, nach dem Verhältnisse der Entfernungen von der Sonne wachse und fortschreite, und daß sich der Stoff, aus welchem die Bewohner dieser verschiedenen Planeten mit Inbegriffe der Thiere und Pflanzen gebildet worden, in demselben Verhältnisse von leichterer und feinerer Art finde, demgemäß namentlich den „Uraniten" eine größere Elasticität der Faser und überhaupt eine vortheilhaftere Anlage des Baues beigemessen werden müsse." — Eine leuchtendere Uranus-Aussicht, als diese Kantische, weiß ich nicht aufzustellen; und ich beschließe daher meinen Vortrag über diesen Pla-

ders bleibt, diese Bestimmung auf alle einzelne Phasen auszudehnen, welches mich hier zu weit führen würde.

* Man könnte mir hier den geringeren Sonneneinfluß auf dem so viel weiteren Uranus einwenden; allein ich habe schon öfter, und namentlich erst noch im Art. Jupiter, S. 831, darauf aufmerksam gemacht, daß den Atmosphären dieser Sonnen-ferneren Planeten ein ganz anderes Licht- und Wärme-Entwicklungs-Vermögen beigemessen werden muß.

* Welch eine herrliche Vorherverkündigung des Neptun aus höheren, als bloß astronomisch-rechnenden Gründen!

neten selbst am würdigsten mit derselben, indem ich jede weitere eigene Ausmalung unterdrücke.

Dagegen besitzt aber Uranus zugleich noch ein Gefolge von Monden, deren ich vorläufig schon im Art. Nebenplaneten, S. 221 flgd., Erwähnung gethan habe, und deren Zahl, wie dort angeführt ist, auch ihr Entdecker, Herschel der Vater, auf sechs anschlägt, wiewohl diese Zahl gewiß größer ist, da wir schon beim Saturn sieben Monde kennen, und dieß Mondgefolge einer, von mir als Himmelsgesetz admittirten Regel gemäß, im Verhältnisse der größeren Entfernung, bei welcher der Planet immer mehr selbst Centralkörper wird, auch immer mehr wächst. Schon die Auffindung dieser 6 Herschel'schen Uranusmonde gehört aber, wie man sich auch bei der gewöhnlichen Kleinheit der Nebenplaneten und bei dieser ungeheuren Entfernung leicht selbst vorstellen kann, zu den schwierigsten Aufgaben der beobachtenden Astronomie; Herschel der Sohn (vgl. seine „Treatise on Astron." London, 1833. Franz. Uebersetzung von Tournot. Brüssel, 1835. kl. 8. S. 397), im Besitze der vortrefflichsten Instrumente, hat mit Bestimmtheit nie mehr als zwei wahrnehmen können;* und vom älteren Herschel selbst (welcher auch einmal einen Ring, wie beim Saturn, um den Uranus beobachtet haben wollte) sind sie auch wohl mehr mit den Augen des Geistes, geleitet von dem angeführten Schlusse der Analogie, als mittelst des Teleskops gesehen worden. Jene zwey Uranusmonde zeigen indeß („Traité d'Astronomie par Sir *John Herschel*". l. c.) eine höchst merkwürdige, jedoch aus den Umständen leicht erklärliche Eigenthümlichkeit. Während sich nämlich alle übrigen Systems-Himmelskörper längs der Ekliptik, von Westen nach Osten (retrograde Kometen lasse ich hier unbeachtet) vorwärts bewegen, zeigen die Uranusmonde eine solche Bewegung in Länge gar nicht, sondern laufen vielmehr in der Richtung von Norden nach Süden. Diese, auf den ersten Anblick ganz unbegreifliche Anomalie erklärt sich jedoch, wie gesagt, aus den Umständen ganz leicht. Wir haben nämlich oben die Ebene des Uranusäquators senkrecht auf der Bahnebene dieses Planeten, und letztere hinwiederum fast zusammenfallend mit der Ekliptik gefunden; in jener erweiterten Aequatorsebene befinden sich aber (wie beim Saturn, S. 375) die Bahnen der Monde, welche Bahnen demnach auch fast senkrecht auf der Ekliptik stehen, dergestalt, daß sich die Monde also, statt längs der letzteren von Westen nach Osten fortzurücken, vielmehr senkrecht gegen sie, von Norden nach Süden, zu ihren Polen hinauf und herab bewegen.*

Dieß dürfte etwann das Wichtigste seyn, was sich nach dem heutigen Stande der Astronomie über den Uranus und seine Monde anführen läßt. Der Veranlassung, welche er durch die seinem Laufe widerfahrenden Perturbationen zur Entdeckung des Planeten Neptun gegeben hat, ist von mir in jenem Artikel, S. 312, ausführliche Erwähnung gethan. Die historischen Notizen aber habe ich gleich Eingangs beigebracht, und es bleibt mir daher nur noch übrig, in literarischer Hinsicht zu bemerken, daß man von diesem merkwürdigen Weltkörper eine eigene Monographie durch den uns viel bekannt gewordenen verewigten Schwäbischen Astronomen Wurm**: „Geschichte des Plane-

* Im Artikel Nebenplaneten ist eine einzige Beobachtung von ihm erwähnt, bei welcher er sie alle sechs gesehen haben will; ich finde diese Angabe in meinen Notizen, kann aber die Quelle, aus welcher ich sie geschöpft habe, nicht näher bezeichnen. Lamont, Director der Sternwarte zu Bogenhausen bei München, hat, wie unser Dorpater Astronom Mädler in der 2ten Ausgabe seiner „Populären Astronomie." Berlin. 1846. S. 263 anführt, Mühe gehabt, Einen von ihnen zu Gesicht zu bekommen.

* Dergestalt, daß sich, um die daraus folgende Art der Erscheinung zu bezeichnen, ihre Bewegung im Raume in der Projection auf die Ebene der Ekliptik als eine durch den Nordpol derselben gehende Gerade darstellt.

** Professor zu Stuttgart und einer der Entdecker (denn ich finde den Sah auch

ten Uranus." Nebst Tafeln seines heliocentrischen und geocentrischen Laufes (erstere nach dem Französischen Astronomen Delambre). Gotha. 1791. — besitzt, mit welcher meine Leser verbinden können Nürnberger's „Astronomische Reiseberichte oder Skizzen einer Topographie des Himmels." Kempten, Dannheimer. 1837. 8., wo S. 81 flgd. auf des Verfassers eigenthümliche Manier ausführlich vom Uranus gehandelt wird.

V.

Variation des Mondes; Variatio; *Variation*. Eine der vier „großen" Mondungleichheiten, von welchen vorläufig schon in diesem Collectiv-Artikel, S. 186 flgd., die Rede gewesen ist, auf welche ich aber unter ihrem obigen Namen hier besonders zurückzukommen versprochen habe.

Um die Sache zunächst unter dem allgemeinsten Gesichtspuncte und mit Bezug auf die angegebenen sämmtlichen vier „großen" (von den unzählichen kleineren sehe ich dabei ganz ab) Mondungleichheiten aufzufassen, müssen wir uns daran erinnern, daß der Mond 1) die ihn dabei in eigener Bewegung gleichzeitig mit um die Sonne führende Erde nicht in einer Kreis-, sondern in einer elliptischen Bahn, und also nicht mit gleichförmiger, sondern mit ungleichförmiger Geschwindigkeit umläuft; — und daß er in dieser elliptischen und demnach schon darum ungleichförmigen Bewegung überdieß durch die gewaltige Gravitation der Sonne die stärksten Störungen erfährt, welche sich besonders in den Stellungen äußern, wo 2) der Mond mit jenem Gestirne entweder in den Syzygien (in Conjunction und Opposition) oder in Quadratur steht; 3) wo seine Bewegung in der Bahn um die Erde entweder zugleich die Richtung auf die Sonne (die Linie der Syzygien) zu oder von der Sonne (von dieser Linie) weg hat (Ausdrücke, über deren eigentliche Bedeutung ich mich sogleich näher erklären werde); und 4) wo er sich mit der solchergestalt von ihm begleiteten Erde entweder in der Sonnennähe, oder in der Sonnenferne dieses seines Hauptplaneten befindet. — Die erste dieser 4 Ungleichheiten ist die Gleichung der Bahn; die zweite in der nämlichen Ordnung heißt die Evection; die dritte die Variation; und die vierte die jährliche Gleichung. Ueber die erste, zweite und vierte dieser Ungleichheiten handeln bereits die gleichlautenden drei besondern Artikel unseres Werkes; hier habe ich es also, wie gesagt, nunmehr nur noch im besondern mit der dritten derselben, mit der „Variation" zu thun.*

schon früher bei Kant, Lambert ꝛc.) der nach ihm die „Wurm'sche Reihe" benannten Progression der Planeten-Abstände von der Sonne, von der ich namentlich schon Bd. I. S. 165 unseres Werkes gehandelt habe, auf welche ich aber auch noch in einem besondern Artikel ausführlicher zurückkomme.

* Nach dieser Zusammenstellung der vier großen Mondungleichheiten in Worterklärungen ist manchen Lesern auch wohl eine Gesammt-Uebersicht der entsprechenden Formel-Ausdrücke willkommen. Bezeichnet man aber durch m die mittlere Anomalie des Mondes, durch M die der Sonne, und durch d die Differenz der mittleren Längen des Mondes und der Sonne, so ist die Gleichung der Bahn $= (6^0\ 16')\sin m + (0^0\ 12'\ 50'')\sin 2m$; die Evection $= (1^0\ 16')\sin(2d - m)$; die Variation $= (0^0\ 39')\sin 2d$; und die jährliche Gleichung $= -(0^0\ 11')\sin M$, wobei ich nur noch bemerke, daß ich im citirten Collectivartikel Mondungleichheiten, statt des obigen d, den Ausdruck „mittlere Elongation" gebraucht habe, welcher zwar nicht allgemein gebräuchlich ist, mir aber ganz paßlich scheint, um

Die Mondungleichheit der Variation wird aber, wie ich gleich erst noch mit bestimmteren Worten erklären wollte, dadurch veranlaßt, daß die Gravitationswirkung der Sonne auf den Mond in denjenigen beiden Quadranten seiner Bahn (den in unserer Figur 3 der Tafel XXII. mit 1 und 3 bezeichneten), in welchen derselbe von den Syzygien (der Conjunction und Opposition) weggeht, seiner durch die Centralkraft der Erde hervorgebrachten Bahngeschwindigkeit jetzt zuwider wirkt, wogegen jene Perturbation in den beiden andern Quadranten (2 und 4 der Figur), in denen der Mond auf die Syzygien vielmehr zueilt, mit der Erd-Attraction conspirirt, welches Princip man bei dem bloßen Anblicke der Figur ohne weiteres zugibt; und diese Ungleichheit äußert sich, wie die Beobachtung und der darauf begründete, in der Anmerkung beigebrachte Formelausdruck lehrt, am stärksten in den Octanten, wogegen sie in den Syzygien und Quadraturen verschwindet, eine Anführung, welche mit dem gleich Folgenden nur in einem scheinbaren Widerspruche steht, daher ich bitten muß, erst die ganze Auseinandersetzung zu lesen.

Da hiernach nämlich die Variation die Mondgeschwindigkeit nach Maßgabe der Annäherung zu den Syzygien vermehrt und, umgekehrt, nach Maßgabe der Entfernung davon vermindert, so folgt hieraus, wie man nicht weniger sogleich zugibt, daß das Maximum der daher rührenden Geschwindigkeits-Beschleunigung in den Syzygien, gleichwie das Minimum dieser Geschwindigkeit in den Quadraturen, als den von jenen entferntesten Puncten, eintritt.* Mit dieser solchergestalt vergrößerten Geschwindigkeit geht demnach der wahre Mond W unserer Figur von der einen Syzygie, der Conjunction S mit der Sonne, aus, und eilt also dem, mit ihm gleichzeitig ausgehend angenommenen mittleren Monde M dort anfänglich voran, bis die hier also retartirende Wirkung der Sonne diese seine noch überwiegende Geschwindigkeit allmälig ralentirt und sie erst der mittleren gleich macht. Dieß geschieht aber natürlich da,* wo sein Vorsprung eben der größte geworden ist, d. h. auf der Hälfte des Weges, in A zwischen W und M, im (vergl. d. Anmerk.) ersten Octanten; und in dieser Phase des ersten Octanten, also bei einem Abstande von der Sonne, einer Längenverschiedenheit = 45°, ist demnach der Ortsunterschied zwischen dem „variirten" (dem wahren) Monde W und dem mittleren M am größten (ein erstes Maximum).** Bis dahin war

den an der Erde durch eingebildete Gesichtslinien nach den Längenpuncten eines mittleren Mondes und einer mittleren Sonne formirten Winkel zu bezeichnen.

* Hiernach sollte man, um nur gleich auf den eben angedeuteten „scheinbaren Widerspruch" zu kommen, freilich glauben, daß auch die größte Wirkung dieser Geschwindigkeits-Veränderung in denselben Puncten Statt haben müßte; allein dieselbe tritt (Mondungleichheiten, S. 186 und hinten) vielmehr erst längere Zeit nach der Dauer der Ursache ein, — und diese Bedingung ist der eigentliche Schlüssel des Räthsels.

* Wieder Mondungleichheiten, l. c. — Da ferner die, wenn ich so sagen darf, „variirte" Mondgeschwindigkeit in den Syzygien am größten und in den Quadraturen am kleinsten ist, so ergibt sich (vergl. auch noch die folgende Anmerk.) von selbst, daß der Uebergang von der ersteren zur letzteren, d. h. die mittlere, auch auf dem halben Wege, nämlich im Octanten, oder also da eintritt, wo der Wege-Vorsprung des wahren vor dem mittleren Monde eben sein Maximum erreicht hat. — Die rechte Einsicht in die Sache ist freilich nicht ganz leicht; wer aber meiner Darstellung mit aller Aufmerksamkeit folgt, der muß diese Einsicht doch erlangen.

** Die Formel: Variation = 39′ sin 2 Längendifferenz, zeigt es, indem 2 . 45° = 90°, wovon der Sinus = + 1. Auch sieht man ohnedieß leicht ein, daß das Maximum der Wirkung erst da eintreten (die Summe der bis dahin Statt gefundenen Einzelwirkungen erst da

der wahre Mond mit seiner anfänglich zwar größeren, aber eben der hier Statt findenden verzögernden Sonnen-Perturbation wegen nun abnehmenden Geschwindigkeit dem mittleren voraus, und sein Vorsprung vor ihm wuchs, bis dieser gegenseitige Abstand nicht weiter wachsen konnte, indem beide Geschwindigkeiten gleich wurden, wonächst die sich, ihrem Charakter gemäß, immer gleich bleibende mittlere, also nunmehr ihrerseits den Vorsprung vor der, bevorworteter-maßen, abnehmenden wahren gewann.

In der ersten Quadratur (Q unserer Figur 3 der Tafel XXII.) kommt sodann der mittlere (der, wie ich mich des Ausdruckes bedient habe, „nicht variirte") Mond mit dem „variirten," dem wahren, wieder zur gleichen Zeit,* aber doch mit der ihm jetzt inhärirenden größeren Geschwindigkeit an, und geht demnach gegenwärtig damit hinwiederum dem wahren voraus, welches jetzt anhebende Voreilen des mittleren Mondes aus den nämlichen Gründen bis zum zweiten Octanten (B zwischen W und M; Längendifferenz von Mond und Sonne = 135°) fortdauert, wo nunmehr allererst die, mit dem hier eintretenden Zueilen auf die Syzygie (auf die Opposition O) wieder wachsende Geschwindigkeit des wahren Mondes der mittleren abermals gleich wird, daher der gegenseitige Abstand und mit ihm die Variation, bevorworteter-maßen, ein zweites, aber negatives** Maximum erreicht.

Zu diesem Syzygien-Puncte O der Opposition gelangt der wahre Mond W solchergestalt zwar nochmals zugleich mit dem mittleren M (der Umstand, daß hier d = 180°, also 2 d = 2 . 180 = 360°, wovon der Sinus = 0, beweist Dieß sowohl, als das hier eintretende zweite Verschwinden der Variation); allein seine erlangte Geschwindigkeit ist nun seinerseits wieder größer, und er eilt damit dem letzteren voran, bis diese respectiven Geschwindigkeiten im gegenwärtigen Quadranten, wo W von O weggeht, in C, dem dritten Octanten, zwischen M und W, und also bei (180 + 45 =) 225° Längenverschiedenheit neuerdings gleich werden, und somit, unserer Theorie gemäß, auch ein drittes Maximum*** der Variation eintritt, wonächst, umgekehrt, nochmals der mittlere Mond an Geschwindigkeit gewinnt.

Ganz nach Art der Beziehung auf die vorigen Phasen kommt derselbe damit aber in der zweiten Quadratur,**** Q' unserer Figur, wiederum zugleich mit dem daselbst retardirten wahren Monde an, d. h. die Variation verschwindet in dieser Quadratur neuerdings (Längendifferenz hier = 270°; 2 Mal 270° aber = 540, und 540 − 360 = 180°, davon der Sinus = 0, welcher Werth dieß dritte Verschwinden der Variation bedingt); wogegen nun letzterer, indem er der Syzygie

am größten seyn) kann, wo die Ursache aufhört zu wirken (wo dem bisherigen Wirkungsresultate eine weitere Vermehrung nicht mehr hinzukommen kann).

* Der Ausdruck für die Variation (wie man mit Bezug auf die vorangehende, hierher verweisende Anmerkung auch sagen könnte), „sie sey = 39' sin 2 d," ist ein Beobachtungs-Resultat. In der ersten Quadratur findet sich aber der Abstand des Mondes von der Sonne (die Längendifferenz d) = 90°, von deren Doppeltem (2 . 90° = 180°) der Sinus = 0 ist, so daß diese Ungleichheit also, wie ich oben sage, hier verschwindet, demgemäß „der „nicht variirte" (der mittlere) und der „variirte" (der wahre) Mond in der That in der Quadratur zusammen sind.

* Die Formel: Variation = 39' sin 2 d, zeigt es abermals, indem d hier also = 135°, und 2 d daher = (2 . 135 =) 270°, wovon der Sinus in der That = − 1.

** d ist hier nämlich = den angegebenen 225°, deren Doppeltes = 450, welche, wenn 360° abgezogen worden, 90° lassen, davon der Sinus = + 1.

*** Ich bitte, „Quadratur" und „Quadrant" nicht mit einander zu verwechseln; die Mondbahn, wie jeder Kreis (jede 360°), zerfällt in vier „Quadranten" (4 Mal 90°); der Mond kommt aber in dieser Bahn nur zwei Mal in „Quadratur" mit der Sonne (erstes und letztes Viertel).

der Conjunction in S zueilt, seine Geschwindigkeit vermehrt, demgemäß, ebenfalls nach derselben Weise, in D, dem vierten Octanten, bei 315° Längenverschiedenheit zwischen Mond und Sonne, ein viertes und letztes Maximum der Variation, in der darauf folgenden Conjunction S aber eben so ein viertes und letztes Verschwinden derselben Statt hat,* und worauf denn der Cyklus dieser Variations-Erscheinungen in derselben Ordnung wiederkehrt.

Man sieht hieraus, um nun zu resumiren, daß die „Variation," der Ursache nach, von dem anziehenden (und dadurch perturbirenden) Sonneneinflusse auf den Mondlauf abhängt, und in der Art ihres Auftretens durch die angeführte Gleichung: Variation = 39′ . sin 2 d = Constans . sin 2 der Differenz zwischen den mittleren Längen von Mond und Sonne, ausgedrückt wird. Der Natur jener Ursache gemäß, muß die dadurch veranlaßte Geschwindigkeits-Vermehrung selbst zwar natürlich schon in den Syzygien, wo der Mond auf die Sonne (die Syzygienlinie) zueilt, also in der Conjunction und Opposition am größten seyn; aber die stärkste Wirkung davon kann, wie ich zur Beseitigung des sich hierbei darstellenden, scheinbaren Widerspruches auch gleich bevorwortet habe, für die Beobachtung erst, nachdem die Ursache eine Zeit lang thätig gewesen ist, bemerklich werden; — und dieß geschieht, wie ich sodann, gemäß der Formel, nach ihrem ausschließenden steten Bezuge auf die gedachte Längenverschiedenheit auch gezeigt habe, in den Octanten.** Im ersten und dritten derselben ist also, dem Vorgange gemäß, der wahre Mond W (vergl. nochmals die Figur 3 der Tafel XXII) dem mittleren (dem „Tafel"-) Monde M voraus; und der Betrag der „Variation" muß also hier der in den Tafeln angesetzten mittleren Länge hinzugefügt werden, wenn die Beobachtung des wirklichen Himmels-Mondortes mit jenem berechneten mittleren übereinstimmen soll (dieser Betrag ist hier additiv); im zweiten und vierten Octanten dagegen wird (vgl. wieder die Figur, in welcher nun gegentheils M dem W voraus ist) die Variation vielmehr negativ; — und in den Quadraturen und Syzygien endlich findet sie sich (Alles, wie ich es vorn rechnend speciell gezeigt habe) = 0 (sie verschwindet hier).

Dieß ist die Theorie der unter dem Namen der „Variation" so bekannten Mondungleichheit; einiges eigenes Nachdenken wird beim Studium dieser Theorie, in deren Entwicklung ich nicht ohne Absicht so ausführlich gewesen bin, wie gesagt, freilich noch erforderlich seyn; allein da auf ihre Veranlassung zugleich die Hauptprincipe aller übrigen Mondsstörungen zur Sprache haben kommen können, so mag man diese Mühe nicht eben bereuen.

Außerdem habe ich hinsichtlich der Geschichte dieser Mondungleichheit den Umstand zu bemerken, daß man seit einigen Jahren den eigentlichen Entdecker der Variation, für welchen sonst allgemein Tycho Brahe gehalten worden ist, in der Person des Arabischen Astronomen Abul Wefa kennen gelernt hat, der um 980, also über 600 Jahre vor dem 1601 verstorbenen Dänischen Astronomen, zu Bagdad beobachtete, und dessen Manuscripte auf der König-

* Im vierten Octanten ist die Längen-Differenz (d) von Mond und Sonne = 315°, deren Doppeltes = 630, nach Abzuge der 360, 270° läßt, davon der Sinus, wie beim zweiten Octanten, — 1.

In der dann folgenden Conjunction aber findet sich jene Differenz = 0, also sin 2 d auch = 0, daher die Variation hier wieder verschwindet.

** Hier nämlich wird (vgl. oben) die Geschwindigkeit des wahren (des „variirten") Mondes der Geschwindigkeit des mittleren (des nicht „variirten") gleich; — ich kann aber nicht genug wiederholen, daß der größte Abstand zwischen beiden (das Maximum der Variation) eben daselbst eintritt, wo sich diese Gleichheit einstellt, indem der gegenseitige Abstand natürlich nur so lange wachsen kann, als die eine oder die andere der Geschwindigkeiten vorherrscht.

lichen Bibliothek zu Paris aufbewahrt werden, in denen der Französische Gelehrte Sedillot („Nouvelles recherches sur l'histoire de l'Astronomie chez les Arabes" im „Journal Asiatique" für 1836) den Beweis hiefür gefunden hat.

Diejenigen Leser aber — um auch noch einige literarische Notizen hinzuzufügen — denen diese meine Darstellung der Mondungleichheit der „Variation," aller darauf verwendeten Sorgfalt unerachtet, doch noch nicht genügend erscheinen sollte, verweise ich schließlich auf Lalande: „Astronomie." Livre XXII. „Des inégalités par l'Attraction." — womit man verbinden kann den ausgezeichneten, nur für meinen Zweck zu viel Calcül enthaltenden Vortrag in des Leipziger Astronomen Möbius „Mechanik des Himmels." Lpzg. 1843. gr. 8. Seite 165 flgd.: „Von den vorzüglichsten Störungen des Mondlaufes, insbesondere von der Variation."

Venus; Venus; *Vénus*; der Morgen- und Abendstern; Phosphorus (Lucifer) und Hesperus (Vesper oder Vesperus). Diesen Namen führt derjenige Planet, der meinen Lesern als der hellste und glänzendste aller Sterne, welche unsern Nachthimmel schmücken, bekannt ist. Von dem Lichte der Fixsterne (vergl. d. Art. S. 540) unterscheidet sich aber, wie ich gleich hervorhebe, das Licht der Venus, dieser Helligkeit und dieses vortrefflichen Glanzes unerachtet, doch noch dadurch, daß es nicht wie jenes funkelt, sondern ruhig erscheint; hierdurch und durch die tägliche Ortsveränderung zwischen denselben (den fixen Sternen) hat sich Venus schon den ältesten Beobachtern als ein mit jenen nicht zu verwechselndes Gestirn, als ein Irrstern, als ein „Planet," welchen Charakter ich ihr deßhalb auch gleich beigelegt habe, ankündigen können.*

Venus entfernt sich, wie die Beobachtung lehrte, nie über 48 Grad, westlich oder östlich, von der Sonne, und geht ihr daher in dieser Entfernung entweder des Morgens beim Aufgange voran, oder folgt ihr in derselben Entfernung beim Untergange nach, welchen respectiven Stellungen gegen das Taggestirn sie eben die obigen Namen des Morgen- oder Abendsterns verdankt. Diese Beschaffenheit ihres scheinbaren Laufes soll, wie Plinius H. n. II. 8. („Praeveniens quippe Solem, et ante matutinum exoriens, *Luciferi* nomen accipit, ut Sol alter, diem maturans; contra ab occasu refulgens nuncupatur *Vesper*, ut prorogans lucem, vicemque Lunae reddens. Quam naturam ejus *Pythagoras* Samius primus deprehendit, Olympiade circiter XLII qui fuit urbis Romae CXLII.") erzählt, Pythagoras entdeckt haben; allein die Identität des Morgen- und Abendsterns war ein zu nahe liegender Gedanke, als daß man ihn nicht schon früheren Himmelsbeobachtern vor Pythagoras beimessen dürfte.

Wenn Venus in jener größten Entfernung (Elongation, vergl. d. Art.) westlich von der Sonne steht und demnach als Morgenstern am längsten sichtbar ist, so geht sie alsdann rechtläufig zur Sonne, und kommt nachher mit derselben in die obere Conjunction; um diese Zeit ist ihr scheinbarer Lauf am schnellsten.° Sie setzt denselpunct der frühesten Himmelsbeobachter stellen, indem dasselbe, seines vorzüglichen Glanzes wegen, von den Alten wahrscheinlich zuerst vor den Fixsternen ausgezeichnet worden ist. Homer wenigstens redet, wie meinen gelehrteren Lesern bekannt seyn muß, in diesem Sinne nur von der Venus.

* Für uns, welche wir die Venus schon so bestimmt als „Planeten" kennen, erscheint diese Bezeichnung ihrer Unterscheidungsmerkmale von den Fixsternen freilich ganz überflüssig; ich will mich aber gerade bei diesem Gestirn einmal recht absichtlich auf den Stand-

° Der Lauf der Venus, um dieß aus der Copernikanischen Planetentheorie, welche ich, bevorworteternaßen, auf diesen Planeten erst nachher anwenden wollte, zu anticipiren, combinirt sich hier nämlich (vergl. Stationair, wo ich ausführlicher über die Sache handle, S. 502) dergestalt mit dem Laufe der Erde, daß die geocentrische „Erscheinung" in dieser Art ausfallen muß.

den sodann, nun Abendstern werdend, auf der Ostseite der Sonne mit abnehmender („geocentrischer") Geschwindigkeit fort, bis sie nun die größte östliche Elongation erreicht und als Abendstern am längsten sichtbar bleibt. Hier erscheint sie eine Zeit lang stationair (vergl. wieder d. Art.), wird dann rückläufig, und gelangt mit neuerdings wachsender („geocentrischer") Geschwindigkeit zur untern Conjunction mit der Sonne (über deren Scheibe man sie alsdann — s. Durchgänge — zuweilen als einen schwarzen Flecken von Morgen gegen Abend, nämlich „rückläufig" wegziehen sieht). Sie tritt demnächst auf die Westseite der Sonne, wird damit Morgenstern, und entfernt sich von ihr mit abnehmender Geschwindigkeit immer weiter, bis sie in der wieder erreichten größten westlichen Elongation erst abermals stationair und sodann auch abermals rechtläufig erscheint. Einen dergleichen (bezogen auf die untere Conjunction, „synodischen") Umlauf vollendet Venus, demnach als beständige Begleiterin der Sonne, in (s. hinten) 584 Tagen. Ueber die damit verbundenen, denen des Mondes ähnelnden Veränderungen ihrer Lichtgestalt, von welchen man sich nach der Natur des Vorganges ohnedieß leicht eine Vorstellung macht, habe ich mich ausführlicher im Art. Phasen, S. 314, erklärt,* komme indeß (vgl. auch die Anm.) noch hinten darauf zurück.

Schon die alten Astronomen, auf deren Standpuncte wir uns also, meinem dießmaligen Vortragsplane gemäß, noch befinden, haben hieraus richtig geschlossen, daß Venus die Sonne beständig umlaufe; sie ließen aber dabei (s. Weltsystem, Ptolemäisches) die letztere in dieser ihrer steten Begleitung durch den Planeten zugleich um die Erde gehen, und erklärten die sich dabei veroffenbarenden, oben beschriebenen „Rückläufigkeiten" und „Stillstände" derselben durch die Epicykel (vergl. d. Art.). Das Gezwungene dieser Hypothese bei allem ihrem sonstigen Scharfsinne mußte indeß endlich doch zu einem tieferen Nachdenken über die eigentliche Art des Vorganges anregen; und somit ist es denn der jetzigen Astronomie, zu deren Aufklärungen ich erst nunmehr übergehe, geglückt, mittelst derjenigen Schlüsse und Methoden, von denen ich namentlich in den Artikeln Weltsystem, Copernikanisches, und Kepler's Regeln eine Uebersicht gewähre, das wahre Sachverhältniß anzugeben.

Nach ihren Ermittlungen ist Venus einer von den sogenannten unteren Planeten, d. h. deren Bahnen um die Sonne von der Erdbahn umschlossen werden, und zwar der zweite von der Sonne ab, um welche Mercur bekanntlich die erste nächste, innerste Bahn beschreibt. Die immer weiter getriebene Verfeinerung jener Methoden hat es aber zugleich möglich gemacht, die Elemente (vergl. d. Art.) der Bahn, welche Venus solchergestalt um die Sonne beschreibt, und einige verwandte Data mit der äußersten Genauigkeit zu bestimmen, und ich lasse dieselben hier nach derjenigen Berechnung folgen, welche Hansen, der zeitige Director der Sternwarte Seeberg bei Gotha, darüber in des Altonaer Astronomen Schumacher „Astronomisches Jahrbuch für 1837." Stuttgart. 1837. 8 S. 88 und 89 mittheilt. Es beläuft sich nämlich danach:

Die mittlere Entfernung der Venus von der Sonne auf 0,7233317 Theile der Entfernung der Erde von der Sonne, oder 15 Millionen geographische Meilen.

Ihre siderische Umlaufszeit beträgt $224^d.70078$ oder 224 Tage 16^h 49′ 7″, ihre tropische Umlaufszeit $224^d.69543$ oder $224^d\ 16^h\ 41'\ 25''$, und ihre synodische Umlaufszeit 1 Julianisches Jahr und 218 Tage 16 Stunden. Ein Julianisches Jahr ist 365 Tage 6 Stunden lang.

Die mittlere Länge der Venus (Epoche) war 1800 Jan. 1. 0^h M. Pariser Zeit (d. h. im mittleren Pariser Mit-

* Da Venus, wie ich ebenfalls anticipirend bemerke, innerhalb der Erdbahn um die Sonne läuft, so muß sie ihre, der letzteren zugewendete (erleuchtete) Hälfte bald ganz, bald nur zum Theile gegen die Erde kehren, oder uns auch die dunkle Seite zeigen, und also, wie der Mond, neu, sichelförmig, voll u. s. w. erscheinen.

tage am ersten Januar des genannten Jahrs) 146° 44′ 55″,8.

Ihre mittlere tägliche Bewegung ist 1° 36′ 7″,8.

Die Länge ihres Perihels war zur selben Zeit 128° 43′ 6″; die jährliche Bewegung der Apsidenlinie beträgt 3″,24 von Osten nach Westen, deren tropische Bewegung daher 46″,98 von Westen nach Osten ist.

Die Excentricität der Venusbahn war zur selben Zeit in Theilen der halben großen Axe 0,00686182, und sie vermindert sich in hundert Jahren um 0,0001088.

Die größte Mittelpunctsgleichung ist daher gleich 47′ 10″,8, und diese vermindert sich jährlich um 0″,449.

Die Neigung der Venusbahn gegen die Ekliptik betrug zur selben Zeit 3° 23′ 28″,5, und nimmt jährlich um 0″,072 zu.

Die Länge des aufsteigenden Knotens auf der Ekliptik war 74° 51′ 41″; die Knotenlinie bewegt sich jährlich 20″,50 von Osten nach Westen, die jährliche tropische Bewegung ist also 29″,72 in entgegengesetzter Richtung.

Die Neigung der Bahn gegen den Erdäquator war zur selben Zeit 24° 33′ 21″, und die Länge des aufsteigenden Knotens 7° 53′ 56″.

Die Masse der Venus beträgt $^1/_{401847}$ der Sonnenmasse.

Der scheinbare Durchmesser der Venus ist in der mittlern Entfernung dieses Planeten 16″,9. In den untern Conjunctionen wächst derselbe (vergl. hinten) bis 62″, und in den oberen Conjunctionen nimmt er ab bis 9″,5.

Der wahre Durchmesser der Venus beträgt 0,985 des Erddurchmessers, oder 1694 geographische Meilen;* ihr körperlicher Inhalt ist 0,957, und ihre Dichtigkeit 0,923 in Vergleichung zur Erde.

Ein Körper, welcher auf der Erde Ein Pfund wiegt, wiegt auf der Venus 0,91 Pfund.

Das astronomische Zeichen dieses Planeten endlich ist ♀.

Auf eine nähere Erklärung des eigentlichen Sinnes aller dieser verschiedenen Bestimmungen lasse ich mich hier übrigens nicht weiter ein, da ich eine solche Erklärung wiederholentlich und besonders nur erst im kurz vorangehenden Artikel Uranus beigebracht habe, und die Sache selbst natürlich für alle Planeten dieselbe bleibt. In Bezug der Entfernungs-Verhältnisse, rücksichtlich welcher dabei nur von der Sonne die Rede ist, füge ich jedoch vervollständigend hinzu, daß der größte Abstand der Venus von der Erde dagegen, wenn sie in der obern Conjunction (also jenseit der Sonne) und zugleich mit der Erde in der Sonnenferne steht, 35000000 Meilen, der kleinste aber (Venus in der untern Conjunction und Sonnenferne; die Erde in der Sonnennähe) nur 5000000 Meilen* beträgt, so daß sie uns näher als irgend ein anderer Planet kommt, indem unser zweiter Nachbarplanet Mars (S. 70) unter den günstigsten Umständen (Opposition in der Sonnennähe, und die Erde in der Sonnenferne) doch noch über 7000000 Meilen von uns entfernt bleibt. — Jene kleinste Entfernung (5) der Venus von der Erde ver-

* Einer Verschiedenheit zwischen dem polaren und äquatorealen Durchmesser (einer „Abplattung") der Venus erwähnt Hansen dabei nicht; die wirkliche Messung scheint einen solchen Unterschied nicht erkennen zu lassen; und was darüber im betreffenden Artikel nach dem Münchener Astronomen Gruithuisen beigebracht ist, beruhet nur auf theoretischen Betrachtungen.

* Auf welche Art dieselbe mit der größten Präcision ermittelt wird, habe ich im Artikel Durchgang, S. 234 flgd., gezeigt; die Entfernung der 15000000 Meilen von der Sonne ließ sich aber durch die dritte Kepler'sche Regel (vergl. den Art.) bestimmen. Also steht Venus in der oberen Conjunction (hinter der Sonne) 2 . 15000000 = 30000000 Meilen weiter, als in der untern Conjunction, d. h. sie steht dort 30000000+5000000=35000000 Meilen, wie ich oben sage, von der Erde ab. Auf die Nebenbedingungen der Sonnenferne und Sonnennähe habe ich, ihrer geringeren Bedeutung wegen, dabei keine Rücksicht zu nehmen gebraucht.

hält sich zur größten (35) = 1 : 7, daher auch der scheinbare Durchmesser dieses Planeten, der sich, wie vorläufig und mit Verweisung wegen des Näheren hierher schon vorn bemerkt worden ist, in der oberen Conjunction nur 9″ groß zeigt, in der untern Conjunction dagegen im selbigen Verhältnisse größer, nämlich = 63″ (1 : 7 = 9 : 63) gefunden wird, welches zugleich eine schöne Bestätigung der vorstehenden Entfernungs-Angaben gewährt.*

Daß Venus, deren physische Beschaffenheit wir nun betrachten wollen, unserem Planeten Erde an Volumen und Dichtigkeit überaus ähnlich ist, werden meine Leser gleich oben bemerkt haben: für die, wenigstens sehr nahe Gleichheit der letzteren sprach aber schon das, im Art. Planeten S. 319 angeführte allgemeine Gleichheitsgesetz dieser Dichtigkeit der ganzen ersten (also Mercur, „Venus," Erde und Mars enthaltenden) Gruppe; und dieselbe Analogie hätte vielleicht auch bei andern Schlüssen über die Naturbeschaffenheit dieses Planeten und die dahin gehörigen übrigen Bedingungen, namentlich über die Dauer seiner Axendrehung, leitend werden können. Indeß haben die Astronomen doch gewünscht, sich darüber auch durch directe Beobachtung von Flecken auf der Venusoberfläche, wie z. B. beim Mars (S. 72), zu belehren. Allein die gleich Eingangs hervorgehobene große Lebhaftigkeit des Glanzes der Venus** und der Umstand, daß dieser Planet, seiner angegebenen geringen Elongation wegen, immer nur kurze Zeit vor Sonnenaufgange und nach Sonnenuntergange, und also nie sehr hoch über dem Horizonte gut* wahrgenommen werden kann, erschweren die Beobachtungen ungemein. Gleichwohl war schon dem uns vielfach bekannt gewordenen Französischen Astronomen Cassini dem Aelteren (Jean Dominique)** im Jahre 1661 eine solche Flecken-Beobachtung auf der Venusscheibe geglückt, und Er hatte daraus eine Rotationsdauer dieses Planeten von 24 Stunden geschlossen. Allein Bianchini (Haus-Prälat Pabsts Innocenz XIII. und eifriger Liebhaber der Astronomie, gest. 1729) behauptete („Hesperi et Phosphori nova phaenomena." Romae. 1728. Fol.) dagegen, auf Grund sorgfältiger, zu Rom, in der heiteren Luft Italiens angestellten Beobachtungen, eine solche Dauer von 24 Tagen; und der Streit darüber,*** wiewohl sich alle Analogie für Cassini erklärte, hat an 150 Jahre gedauert, bis neuere Beobachtungen von Schröter (dem Lilienthaler Astronomen): „Aphroditographische Fragmente zur genaueren Kenntniß der Venus." Helmstädt. 1796. 4. m. Kpfrn. —, besonders aber unseres fleißigen Dorpat'er Himmelsbeobachters Mädler (ich komme gleich näher auf seine Ansicht): „Beiträge zur physischen Kenntniß der himmlischen Körper unseres Sonnensystems." Weimar. 1841. 4.† Cassini's Be-

* Die scheinbaren Größen eines Gegenstandes, namentlich eines Gestirns, verhalten sich nämlich (vergl. Größe, scheinbare, S. 727) umgekehrt wie die Entfernungen; und wenn Venus also in ihrer geringsten Entfernung von der Erde einen 7 Mal größeren Durchmesser, als in der weitesten zeigt, so muß letztere auch 7 Mal größer, als die erstere seyn.

** Dieselbe wird, wie ich in meinen Notizen finde, neben der großen Nähe der Sonne, vielen felsigen, das Sonnenlicht besonders stark reflectirenden Venusbergen (s. hinten) zugeschrieben.

* „Gut." Die doch immer schwächeren Beobachtungen der Venus am Tage (vgl. Phasen, S. 314) schließe ich hier nämlich aus; — es wird unter einem andern Gesichtspuncte hinten die Rede davon seyn.

** Born, S. 218.

*** Ich finde in meinen Notizen, daß die Petersburger Akademie zur Schlichtung desselben, mittelst neuer Beobachtungen, im Laufe des vorigen Jahrhunderts zweimal Preise ausgesetzt, aber keine Abhandlung erhalten hat.

† In dieser Schrift, S. 133, weist Mädler auch die wahrscheinliche Veranlassung dieses Widerspruches zwischen den Resultaten der Beobachtungen beider Astronomen, welcher sonst das Mißtrauen der Leser erregen könnte, aus der Schwie-

hauptungen bestätigten, indem sie die Axendrehung (den Tag) der Venus = 23h 21', also sehr nahe wie Cassini und ziemlich = unserem Tage ergaben. Beide Beobachter haben aber dabei nicht nach „Flecken," die sich, wie gesagt, auf der stets durchgängig gleich glänzenden Venusscheibe ungemein schwer auffinden lassen, gesucht, sondern ihre Aufmerksamkeit vielmehr auf die veränderliche Gestalt der Hörnerspitzen dieses Planeten gerichtet, über welchen Gebrauch der Phasen, auf die ich hier ohnedieß nochmals zurückkommen wollte, gleichwie über die ganze Sache, ich schon früher einmal im Stuttgarter Morgenblatte eine Erklärung mit Bezug auf Mädler's genannte Schrift abgegeben habe, die ich nunmehr hier folgen lasse:

„Da Venus nämlich die Sonne, wie gesagt, innerhalb der Erdbahn umläuft, so muß dieser Planet Phasen zeigen; es leuchtet, um dabei stehen zu bleiben, augenblicklich ein, daß derselbe, kurz ehe er zwischen Sonne und Erde tritt (untere Conjunction), wo er uns also, wie der Neumond, seine ganze dunkle Halbkugel zuwendet, gleichwie bald nachher sichelförmig erscheinen muß. Man sieht alsdann die Hörnerspitzen dieser lichten Sichel wie beim Monde; und da sich dabei ein elliptischer und ein Kreisbogen (die schief gesehene Erleuchtungsgränze und der Kreisumfang der scheinbaren Planetenscheibe) begegnen, so laufen diese Hörnerspitzen meistens sehr zart aus.

Ist nun aber die Oberfläche der Venus, wie man es (vergl. hinten) aller Analogie nach vermuthen muß, gleich denen der Erde, des Mondes u. s. w., auch nicht unbedingt eben, sondern mit Berg und Thal bedeckt, so wird sich dieß durch Abweichungen der Lichtgränze von der rein elliptischen Gestalt offenbaren; diese Lichtgränze wird hier und da ausgezackt, nach Art der Mondlichtgränze erscheinen; und je nachdem die Hornspitzen nun mit einem solchen Zacken (Vennsberge) oder aber mit einem Einschnitte (Thale) zusammentreffen, werden sie entweder eine spitzere oder stumpfere, jedoch immer eine absonderliche Gestalt zeigen. Die Rotation der Venus aber vorausgesetzt, so rückt, ihr zufolge, ein solcher Berg oder ein solches Thal aus der Erleuchtungs- (Sichel-) Gränze, deren Hörnerspitzen nun sogleich wieder die regelmäßige Gestalt annehmen, weg, dreht sich mit der Planetenkugel um die Achse, und kehrt nach einer vollen Rotation wieder zur Stelle der Hornspitze zurück, deren zuerst beobachtete absonderliche Gestalt sich damit jetzt auch wieder herstellt. Abgesehen demnach von den indeß zugleich vorgehenden Aenderungen in den Stellungen der Venus gegen Erde und Sonne, wovon der Einfluß in Rechnung gezogen werden kann, läßt sich aus der Wiederkehr einer solchen abweichenden Horngestalt (wofern sie nur genau genug zu beobachten ist) offenbar auf die Rotationsperiode der Venus schließen; was wir beim Mars durch Beobachtung der Wiederkehr eines Flecks zur nämlichen Stelle auf der Planetenkugel erreichten, bewirken wir hier durch Beobachtung des Wiedereintrittes einer und derselben auffallenden Horngestalt.

Unter diesen Umständen hat nun Mädler die Venus neuerdings äußerst sorgfältigen Beobachtungen unterworfen, und theilt uns zwei solche Beobachtungsreihen mit. Bei seiner großen astronomischen Gewissenhaftigkeit legt er zwar der daraus abgeleiteten Rotationsperiode noch keine vollkommene Sicherheit bei; allein er bemerkte doch, so weit bei so delikaten Beobachtungen darauf zu bauen ist, mehrmals nach Ablauf einer Cassinischen Periode (wie erwähnt: 23 Stunden 21 Minuten) eine Wiederkehr derselben Horngestalt; besonders aber sprach wenigstens die verhältnißmäßig, oft schon in zehn bis fünfzehn Minuten bemerkbare Gestaltsveränderung der Hornspitzen bestimmt gegen die Bianchinische Periode von 24 Tagen. „Die Freunde astronomischer Conjecturen," setzt er aber hinzu, „werden zwar wohl meinen, daß man sich viel zu viel Mühe um diese Streitfrage gebe und sich nach der so nahe liegenden Analogie von Mercur, Erde und Mars (die ja doch alle drei in

rigkeit, die Identität der Flecken zu constatiren, genügend nach. Für Cassini spricht, um es nochmals hervorzuheben, besonders noch, neben Schröter, am allerstärksten die Analogie.

beinahe 24 Stunden rotiren, und also ein Zwischenglied von vierundzwanzigtägiger Rotation geradezu auszuschließen scheinen) viel rascher für Cassini habe entscheiden können. Allein wer den Entwicklungsgang unserer astronomischen Kenntnisse mit Aufmerksamkeit verfolgt und als Selbstbeobachter fähig ist, die Beobachtungen Anderer zu würdigen, wird mit bloß analogischen Schlüssen sehr behutsam seyn.* Unwahrscheinlich ist Bianchinis Resultat allerdings, unmöglich aber gar nicht. Die Natur liebt es nicht, sich selber zu kopiren; sie ist reich genug, Individuen zu erschaffen, und weiß trotzdem Einheit in der Mannigfaltigkeit zu bewahren." Bedenkt man indeß dagegen, daß, wenn Bianchinis Rotationsperiode von 24 Tagen richtig wäre, das Venusjahr, welches bekanntlich etwa 224 unserer Tage lang ist, nur 9 bis 10 solcher Venustage enthalten, und dieser Planet, abgesehen von andern daraus hervorgehenden Anomalien, schon deßwegen aus der Reihe aller andern Planeten heraustreten würde; so wird man wohl weiter keinen Anstand finden, sich für die, durch Mädlers Beobachtungen wenigstens immer wahrscheinlicher gemachte Rotationsperiode von etwa 24 Stunden zu erklären.

Bei der voranstehenden Behauptung über das Vorhandenseyn von Bergen (ich habe derselben vorläufig schon vorn, mit Verweisung wegen des Näheren hierher, Erwähnung gethan) und Thälern auf der Venus, woran freilich schon aus bloßen analogischen Gründen in Betracht der nachgewiesenen übrigen so großen Aehnlichkeit dieses Planeten mit unserem Planeten Erde kaum gezweifelt werden kann, habe ich mich, was die wirkliche Beobachtung betrifft, besonders auf Schröters** angeführtes Werk gestützt. Dieser Astronom nahm (Göttinger gelehrte Anzeig. 1790. Nr. 111) z. B. am 28sten Decbr. 1789 mit einem Herschel'schen Spiegel-Teleskop (s. d. A. S. 474) bei 161maliger Vergrößerung, als Venus eben in der Quadratur stand, einen Lichtpunct in der dunkeln Hälfte der Venusscheibe wahr, welchen er, nach Analogie des im Art. Mond S. 162 über „Mondberge" Gelehrten, für den schon von der Sonne beleuchteten Gipfel eines Venusberges anerkennen mußte. Die Entfernung dieses Lichtpunctes (dieses „Berggipfels") von der, die Venusscheibe also eben halbirenden Erleuchtungs- (der Licht-) Gränze ergab sich zu 1″,35, der scheinbare Durchmesser der ganzen Scheibe aber gleichzeitig zu 27″, also der Halbmesser = 13,5, davon jene 1,35 demnach $^1/_{10}$ sind. Nun setzte Schröter bei seiner dießfallsigen ferneren Berechnung letzteren Halbmesser (nahe wie wir oben $\frac{1694}{2}$) = 834 Meilen, davon $^1/_{10}$ = 83 Meilen, woraus der Abstand (DC, Fig. 2, Taf. VI) des Berggipfels (D) vom Mittelpuncte (C) der Venus = $\left(\sqrt{AC^2 + AD^2}\right) = \sqrt{834^2 + 83^2}$ $= \sqrt{695556 + 6889} = \sqrt{702445} =$ 838, und die Höhe (ED) des Berges über der Venusoberfläche = (DC — EC) = 838 — 834 = 4 Meilen kommt,** welche Höhe somit die bekannt-

* Dieß soll man allerdings im Interesse der Wissenschaft selbst, welche bei zu gewagten Hypothesen nur gefährdet werden kann. Indeß ist die Analogie in diesem bestimmten Falle doch außerordentlich stark; und ich finde, daß sich auch unser Mädler schon in einer nur etwas früheren Arbeit: „Ueber die Weltstellung der Körper unseres Sonnensystems" gegen die aus Bianchini's Angaben fließenden Folgerungen erklärt.

** Mädler (l. c.) hat die Lichtgränze auf der Venus, mit Ausnahme einiger „Einbuchten," nicht so bestimmt „ausgezackt" gefunden, als ich sie oben nach Schröter bezeichne. Wegen der außerordentlichen Schwierigkeit, um sie nochmals geltend zu machen, von Detail-Beobachtungen auf der glänzenden Venusscheibe scheint mir indeß, bei streitenden Resultaten des Augenscheins, demjenigen derselben der Vorzug zu gebühren, für welches sich zugleich die Analogie erklärt.

** Im citirten Artikel Mond, in der Note der angeführten Seite 162, habe ich das trigonometrische Verfahren dieser Ermittlung gelehrt; manchen Lesern wird

lich etwann 1 Meile betragende Höhe unserer Erdberge 4 Mal übertreffen würde. Viele ähnliche Beobachtungen überzeugten den Lilienthaler Astronomen außerdem, daß sich die meisten und höchsten dieser Berge, gleichwie auf der Erde, in der südlichen Hemisphäre der Venus finden, wo sie, gleich unseren Cordilleren, oft Ketten von 200 Meilen Länge bilden, eine Auszeichnung des Südens vor dem Norden, darüber ich mich im besondern Art. Norden und Süden, als physischer Gegensatz, welchen merkwürdigen Artikel ich ja zu vergleichen bitte, weitläuftiger erklärt habe.

Wenn aber Venus solchergestalt mit Bergen reichlicher als die Erde ausgestattet ist, so scheint es ihr hinwiederum an Wasser, wenigstens in der irdischen Bedeutung des Wortes zu fehlen, indem dessen Verdünstung sonst mehr Wolken (wolkenartige Verdichtungen) erzeugen müßte, wogegen wir diesen Planeten immer in gleicher glänzender Heiterkeit gefunden haben.

Dagegen setzen die Beobachtungen, namentlich wieder Schröter's, das Vorhandenseyn einer Atmosphäre auf der Venus außer allen Zweifel, wie dieß aus der wahrgenommenen starken Dämmerung und dem stufenweisen Uebergange des Lichtes der erleuchteten zur dunkeln Halbkugel folgt. Die Höhe dieser Atmosphäre, wenigstens bis dahin, wo die Venusluft noch Dichtigkeit genug besitzt, um das Licht merklich zurückzuwerfen und also Dämmerungen hervorzubringen, findet Schröter nach dem dazu in jenem Art. Atmosphäre, S. 75, gelehrten Verfahren, etwann der Höhe der irdischen Atmosphäre (im voranstehenden Sinne) gleich, welches also noch eine Aehnlichkeit mehr zwischen der Venus und der Erde, oder vielmehr zwischen den sämmtlichen Planeten der ganzen „ersten Gruppe," abgibt.

Um so mehr muß daher auffallen, daß die beobachtende Astronomie, aller Analogie zuwider, für Venus eine von der irdischen ganz verschiedene Schiefe der Ekliptik behauptet: statt daß bei uns nämlich dieser Winkel des Aequators mit der Ekliptik 23½°, und die Neigung der Erd-Rotationsaxe gegen die Ebene der letztern also (das Complement =) 66½° beträgt, soll der Venusäquator mit der Peripherie der Venusbahn um die Sonne vielmehr einen solchen Winkel („Schiefe der Ekliptik" für die Venus, wie wir uns öfter so ausgedrückt haben) von vollen 72° machen, und die Rotationsaxe der Venus demnach gegen die Ebene der Venusbahn nur um 18° geneigt seyn. Allein da letztere Bestimmung (vergl. Rotation, S. 359) lediglich von Fleckenbeobachtung abhängig ist, welche, wie gesagt, für diesen Planeten ihre fast unbesiegbaren Schwierigkeiten hat, so darf man die obige Behauptung in Zweifel ziehen, und der Venus, auf den Grund so vieler anderen Aehnlichkeiten, analogisch auch eine der unsrigen ähnliche „Schiefe der Ekliptik" beilegen.

Noch muß ich einer besonders räthselhaften Erscheinung gedenken, die einige Beobachter, namentlich Harding, der mehrjährige Gehülfe unseres Lilienthaler Astronomen Schröter, an der Venus wahrgenommen haben, nämlich ein aschfarbenes Licht in der Nachtseite* dieses Planeten, ähnlich demjenigen, welches der vom Lichte der Erde (als Mond des Mondes) beschienene dunkle Theil des Mondes (vergl. d. A. S. 160 und Mondphasen, S. 177) zeigt. Da Venus keinen Mond** hat, durch dessen Be-

indeß die obige Beziehung auf bloße Elementargeometrie angenehmer seyn. Jedenfalls muß man die Anweisung zur leichtesten Beantwortung einer sonst immer für sehr schwierig erachteten Frage gut heißen.

* Mädler, im citirten Werke S. 139, bemerkt, daß Er diese eigenthümliche Beleuchtung der Nachtseite der Venus nicht zu Gesicht bekommen habe.

** Mehrere Astronomen, besonders Cassini der Aeltere (s. oben), wollen zwar einen Mond bei der Venus gesehen haben; ja, Lambert (wir kennen diesen ausgezeichneten Gelehrten aus d. A. Kometen, S. 923) hat sogar Tafeln für ihn berechnet; — die sorgfältigsten späteren Beobachtungen aber haben die Unrichtigkeit der Behauptung gezeigt. Aus Gründen der Teleologie darf Venus sogar keinen Mond haben, welcher ihr entbehrlich ist.

leuchtung diese Erscheinung veranlaßt werden könnte, so bleibt Nichts übrig, als dieselbe einem eigenen Lichtentwicklungsvermögen (einem Wieder-Ausstrahlen des mächtigen, bei Tage eingesogenen Sonnenlichtes) beizumessen. Ich habe am Jupiter (S. 832) ein, dort freilich aus andern Ursachen herrührendes, sonst aber ähnliches, „eigenes Lichtentwicklungsvermögen" nachgewiesen.

Es gibt Zeiten, zu denen Venus, worauf ich hier ebenfalls besonders kommen wollte, so außerordentlich glänzend ist, daß man sie am hellen Tage mit bloßen Augen (mit Fernröhren ist dieß, angeführtermaßen, immer möglich), wenn auch nicht ganz so brillant als bei Nacht, doch hinlänglich wahrnimmt. Lalande („Astronomie." §. 1197) erzählt einen solchen Fall aus dem Jahre 1750, wo ganz Paris darüber in Erstaunen war; ich finde einen ähnlichen Fall vom 21. Juli (neuen Styls) 1716, wo das Volk zu London sogar Wunder schrie; und ich selbst erinnere mich aus meiner Jugend eines solchen. Dieser Umstand hat nicht, wie man auf den ersten Blick glauben sollte, eben dann Statt, wenn sich Venus in der größten Entfernung von der Sonne (in den Quadraturen) befindet, obwohl sie dann zur vollen Hälfte beleuchtet und als Abendstern am spätesten nach, oder als Morgenstern am frühesten vor der Sonne zu sehen ist, demgemäß ihr eigener Glanz also zu dieser Zeit auch am wenigsten von den Strahlen der letzteren beeinträchtiget wird: sie befindet sich bei diesem Stande noch zu weit von der Erde, und die Glanzperiode tritt vielmehr nur erst etwann (vergl. die Anmerk.) auf dem halben Wege (45°) der Venus von der größten östlichen Elongation zur unteren Conjunction („Abendstern"), und von dieser zur größten westlichen Elongation („Morgenstern") ein, wo die uns zugekehrte Venusscheibe zwar nur zum 4ten Theile (wie der Mond 4 bis 5 Tage nach dem Neumonde) Licht hat, die Entfernung des Planeten von der Erde aber auch so viel geringer geworden ist.*

Mit dieser interessanten Erörterung beende ich meinen Vortrag über die Venus, indem ich schließlich nur nochmals wiederhole, daß von den Durchgängen dieses Planeten durch die (Vorübergängen vor der) Sonnenscheibe in jenem besondern Artikel ausführlich gehandelt wird, und daß Leser, welche ein mehreres Beobachtungs-Detail verlangen, die citir-

* Der Eintritt dieser größten Glanzperiode der Venus hängt also, wie man sieht, von der doppelten Bedingung der mindesten Entfernung bei der dafür noch möglichen größten Beleuchtung ab; — „in welchem Verhältnisse," so fragt man sich, „darf die letztere abnehmen, daß dieser Lichtverlust durch das gleichzeitige Näherkommen für den Glanz überwogen werde?" In dieser Gestalt gehört die Aufgabe augenscheinlich in die Theorie „de maximis et minimis;" und unter diesem Gesichtspuncte hat sie auch der uns vielfach bekannt gewordene große Englische Astronom Halley, der Zeitgenoß Newtons, auf die oben angeführte Veranlassung, in den „Phil. Transact." Nr. 349, behandelt, und solchergestalt, statt der von mir nur beiläufig angegebenen 45° Entfernung resp. von der größten östlichen Elongation oder der untern Conjunction, genauer 39°,5 gefunden.

Lalande l. c. macht hierzu noch die Bemerkung, daß, um ganz genau zu seyn, dabei eigentlich auch die Wiederkehr von Venus und Erde zu den nämlichen Bahnpuncten in Betracht gezogen werden müsse, welche Wiederkehr alle 8 Jahre eintrete (indem Venus binnen 8 Jahren = 2920 Tagen, d. h. binnen 8 vollen Erdumläufen, ihrerseits 13 volle Umläufe von den obigen $224\frac{3}{4}$ [$13 . 224\frac{3}{4}$ = nahe 2920] Tagen ausführt). Allein diese letztere Bedingung scheint nicht in aller Strenge nothwendig, da zwischen den beiden, voranstehend von diesem Astronomen selbst angeführten Fällen: 1716 und 1750, doch 34, d. h. $8 . 4 + 2$ Jahre liegen (wiewohl ich den Tag der ersten Beobachtung nicht genau angeben kann). Man darf daher annehmen, daß andere Umstände, z. B. namentlich Lufthelterkeit u. s. w., mitwirken, welches auch sehr wahrscheinlich ist.

ten beiden Werke von Schröter und Mädler selbst einzusehen haben.

Veränderung; Mutatio; *Changement.* In einem also überschriebenen, von unserem astronomischen Gesichtspuncte aus angeordneten Vortrage wollen wir nähere Betrachtungen über den Wechsel anstellen, welchem, gleich den Dingen auf der Erde, auch die Himmelskörper nach ihrer Bewegung, ihrer gegenseitigen Stellung u. s. w. u. s. w. unterworfen sind. Man ist, im Mißbehagen über die Unbeständigkeit alles Irdischen, geneigt, den Himmels-Einrichtungen dagegen eine absolute Beständigkeit beizulegen, z. B. zu glauben, daß der Anblick des Sternenhimmels, wie uns dieser Himmel jetzt erscheint, auch von jeher ganz derselbe gewesen sey, und stets derselbe bleiben werde. In wie weit Dieß gegründet sey, sollen uns nun eben die folgenden Ueberlegungen lehren; ich werde den hehren Gegenstand seiner Natur nach zwar nicht erschöpfen können, aber ich werde zu Andeutungen gelangen, welche mit dem verwandten Artikel Stabilitäts-Problem, um dessen Vergleichung ich bitte, in eine bestätigende Harmonie zu bringen sind; und ich werde dabei die Gelegenheit solcher Erörterungen wahrnehmen, auf welche wir bei Verfolgung jedes andern Weges vielleicht nicht geführt worden wären.

Sprechen wir zunächst, im Gegensatze der „Veränderung," von denjenigen himmlischen Anordnungen, welche, der Beobachtung und der Theorie gemäß, in der That den Charakter absoluter Beständigkeit an sich tragen; so darf dahin die mittlere (die durchschnittliche) Umlaufszeit der Planeten um die Sonne, die Dauer ihrer überdieß gleichförmigen Axendrehung (ihres Sterntages) und die Lage ihrer Rotationsaxe in ihnen selbst gerechnet werden. Jene Unveränderlichkeit der Umlaufszeiten erstens, auf welche ich unten ausführlicher komme, gilt wenigstens uneingeschränkt von den Hauptplaneten; in wie weit sie von den Kometen zu behaupten seyn dürfte, wird die Wissenschaft noch nicht zu entscheiden wagen; — und was die Nebenplaneten angeht, so lehrt uns die Beobachtung eine beständige Beschleunigung der mittleren Geschwindigkeit des Erdmondes kennen, von welcher wir (vgl. auch unten) bis jetzt nur theoretisch wissen, daß sie einstmals wieder in eine solche Verlangsamung übergehen muß, wodurch ebenfalls ein mittlerer Zustand gesichert bleibt. — Die Unveränderlichkeit der Dauer der Rotation und der Gleichförmigkeit der letzteren sodann ist für den Planeten Erde außer allen Zweifel gesetzt; mit derselben Gewißheit kann man annehmen, daß die Axe dieser Rotation stets durch dieselben Puncte des Erdkörpers gegangen ist, und daß die Stellen der Pole und des Aequators hinsichtlich der Erdoberfläche also gleich unveränderlich sind;* — auf die übrigen Planeten aber läßt sich dieser Satz aus den dafür gleich

* Vergl. d. A. Tag und Unveränderlichkeit seiner Dauer. — Die Annahmen der Geologen über eine solche Verrückung der Polstellen auf der Erdoberfläche, wodurch sie das Verhältniß einer Ur- zur Jetztwelt aufzuklären suchen, gehören zwar nicht eigentlich vor das Forum der Astronomie; indeß will ich mir in dieser Beziehung doch die, wenn auch nur hingeworfene Bemerkung erlauben, daß es einer solchen Verrückung zu jenen Erklärungen auch gar nicht bedarf: wenn die Rotationsaxe des Erdkörpers, ohne durch andere Pole auf seiner Oberfläche zu gehen, nur mit ihm selbst eine sehr andere Lage in der Ebene der Ekliptik annahm (wenn sich die „Schiefe" der letzteren bedeutend veränderte); wenn diese Axe z. B., wie wir nun eben erst beim Uranus (vergl. d. Artikel) gesehen haben, erst ganz oder fast in der Bahnebene lag, und sich aus dieser Lage nun plötzlich zum gegenwärtigen, nahe senkrechten Stande ($66^1/_2{}^0$) aufrichtete; so läßt sich schon hieraus eine genügende Antwort auf die angedeuteten geologischen Zweifel ableiten. — Ich berühre den Gegenstand auch noch weiter, und bezeichne diese Andeutung gleich als eine solche, auf welche wir, wie gesagt, vorzugsweis nur im gegenwärtigen Artikel haben geführt werden können.

beizubringenden theoretiſchen Gründen ausdehnen.

Wenn aber, um nun, der Tendenz des gegenwärtigen Vortrages gemäß, die Veränderung ſogleich neben der „Unveränderlichkeit“ hervorzuheben, die Erdaxe ſolchergeſtalt nie durch andere Puncte des Erdkörpers gegangen iſt, und die Lage der Pole und des Aequators auf der Erdoberfläche (die geographiſche Breite, die Polhöhe) alſo den Charakter der Beſtändigkeit behauptet; ſo zeigt ſich dagegen, wie wir aus den Art. Vorrücken der Nachtgleichen* und Wanken der Erdaxe näher abnehmen werden, die Stellung jener Erdaxe (obwohl bei ſteter feſter Verbindung mit dem Erdkörper) gegen den Fixſternhimmel doch keineswegs gleich unveränderlich, indem die Erd-Himmelspole, welche man durch Verlängerung der Axe bis an den Himmel erhält, mit ihr vielmehr in einem vom ſtabil anzunehmenden Pole der Ekliptik überall 23 ½° abſtehenden Kreiſe umlaufen, und in demſelben von Oſten nach Weſten alljährlich einen Bogen von 50 Secunden beſchreiben, und daher zu andern Fixſternen übergehen. Man wird von dieſer Beweglichkeit der Erdaxe, dieſer „Veränderung“ ihrer Stellung gegen den Himmel, verbunden mit der beſchriebenen Unveränderlichkeit in Bezug auf die Erde, wie der verewigte Wiener Aſtronom Littrow irgendwo vorſchlägt, die beſte Vorſtellung erlangen, wenn man ſich die frei im Weltenraume ſchwebende Erdkugel verſinnlichet, und durch den Mittelpunct derſelben eine, in demſelben unverrückbare „Stange“ eben als die Rotationsaxe annimmt, welche zwar alſo unveränderlich ſtets durch die nämlichen zwei Erdoberflächenpuncte, nämlich die feſten Pole der Erde geht, auf beiden Seiten verlängert bis zum Himmel, aber dort jene Kreisbewegung mit Uebergange zu andern Fixſternen ausführt. Gegenwärtig trifft dieſe Axe („Stange“) ſolchergeſtalt an der Nordſeite verlängert einen Punct des Himmels, der etwann 1° 30′ von dem ſchönen Sterne α am Schwanzende des kleinen Bären entfernt iſt, daher wir dieſen Stern den Polarſtern (vergl. d. Art.) nennen. Während der nächſten drei Jahrhunderte wird ſich die Axe dem gedachten Sterne noch mehr nähern, ohne ihn jedoch je ganz zu erreichen, nachher aber wird ſie wieder weiter von ihm abrücken und zu denjenigen andern Sternen übergehen,* welche ich im ſchon citirten Art. Polarſtern, S. 335, namhaft gemacht habe. Durch dieſe Veränderung der Lage der Erdaxe gegen die Fixſterne muß, der Natur der angeführten, ſie beſonders veranlaſſenden Urſache des Vorrückens der Nachtgleichen gemäß, der „Himmelsanblick,“ wie man gleich einſieht, ſchon ſolche entſprechende Veränderungen erleiden, auf welche ich gleich Eingangs dieſes Artikels hingewieſen habe** und unten in weite-

* Es wird nämlich in dieſem Artikel, aus welchem ich den Umſtand hier anticipire, gezeigt, daß die Anziehungen von Sonne und Mond auf den ſphäroidiſch geſtalteten (den abgeplatteten) Erdkörper als Urſache nothwendig einen ſolchen Umlauf der Rotationsaxe der Erde um die Bahnaxe veranlaſſen muß, wie ich denſelben nach Art des Vorganges im Texte näher bezeichne.

* Auf dieſe Bewegung der Erdaxe in Bezug des Himmels habe ich die, in der vorangehenden Anmerkung angedeutete Idee der Möglichkeit einer bedeutenderen ſolchen Stellungsveränderung zur Erklärung geologiſcher Zweifel, worauf ich hier zurückkommen wollte, begründet. Ich verwahre mich aber dabei noch ganz beſonders, dieſe Idee nur als eine ſehr gewagte Hypotheſe, als einen bloßen Verſuch betrachtet wiſſen zu wollen, dergleichen geologiſche Zweifel ohne die Forderung einer Ortsveränderung der Polſtellen auf der Erdoberfläche ſelbſt, wozu gewöhnlicher Zuflucht genommen wird, zu beſeitigen.

** Bei dem Vorrücken der Nachtgleichen ändern ſich, wie in dieſem Artikel ausführlich gezeigt wird, die gerade Aufſteigung, die Abweichung und Länge der Geſtirne; nur die Breite und alſo auch ihr Complement, d. h. der Abſtand der Geſtirne vom Pole der Ekliptik, bleibt derſelbe; — die gerade Aufſteigung und Länge wachſen dabei ſtets; für die

rer Ausdehnung zurückkommen werde; und die „Veränderung," wie ich darthun wollte, steht also hier der Unveränderlichkeit dicht zur Seite.

Letztere in ihrer nachgewiesenen Geltung von der Stellung der Erdaxe mit Bezug auf den Erdkörper selbst und der Dauer und Gleichförmigkeit der Rotation (des Sterntages) bildet, wie man ohnedieß zugibt und wie wir besonders auch noch im Art. Aufsteigung, gerade, S. 85, gesehen haben, die Grundlage aller Zuverlässigkeit und Genauigkeit unserer astronomischen Beobachtungen. Für die Allgemeinheit des Satzes in seiner Ausdehnung auf die übrigen Planeten erklärt sich aber, worauf ich nun hier zunächst zurückkommen wollte, die Theorie, indem sie zeigt, daß die Rotationsaxe der Planeten eine sogenannte freie Axe, d. h. (Axendrehung, S. 89) eine solche ist, welche bei der rotatorischen Bewegung auf keinen ihrer Puncte irgend einen Druck erleidet. Nach den Lehren der Mechanik enthält nämlich jeder Körper, von welcher Gestalt er auch seyn mag, wenigstens drei solche „freie Axen," und welche sich im Schwerpuncte des Körpers unter gegen einander senkrechten Richtungen schneiden. Für eine vollkommene Kugel sind alle ihre Durchmesser zugleich „freie Axen;" für ein Sphäroid, wie dasselbe durch Umdrehung einer Ellipse um ihre große oder kleine Axe entsteht, geben beide zugleich freie Axen dieses Körpers ab. Sämmtliche Planeten hatten aber zur Zeit ihrer Entstehung, soweit das Zurückgehen bis auf diese Ursprungszeit überhaupt noch in den Bereich unserer Forschung gehört, und wo ihre Massen noch nicht erhärtet waren, höchst wahrschein-

Abweichung gibt es, wie schon aus der Unveränderlichkeit der Breite, welche Gränze sonst überschritten werden würde, folgt, einen Punct, wo die Zunahme in Abnahme, und umgekehrt, übergeht.

Wenden wir dieß zur Erklärung des oben vom Polarstern Behaupteten an. Seine also unveränderliche Entfernung vom Pole der Ekliptik beträgt . . . . . 23° 55′,
die gleich unveränderliche Entfernung des Weltpols von jenem Pole der Ekliptik aber die obigen . . . 23° 30′,

und der Unterschied also . . „ 25′.

In (der davon auch der Richtung nach ganz verschiedenen) Abweichung dagegen steht der Polarstern vom Weltpole noch $1^1/_2{}^0$ ab, und nähert sich dem letzteren darin jetzt alljährlich um 19″. Bis zur Coincidenz kann er denselben aber nie erreichen, indem, wie gesagt, die Breiten, also deren Complemente und somit die voranstehende Differenz derselben von 25 Minuten unveränderlich sind. Das Wachsen der Abweichung des Polarsterns dauert demnach nur so lange fort, bis derselbe dieses Abstandsminimum der 25′ in Breite vom Weltpole erlangt hat, und letzterer entfernt sich bei der angegebenen Bewegung nun wieder von ihm und rückt anderen Sternen näher. — Diese Ausführung ergänzt zugleich das im citirten Art. Polarstern hierüber Beigebrachte und wird über diese Art von Himmels-„Veränderung" keinen Zweifel übrig lassen.

Noch auffallender sodann aber wird durch dieß Vorrücken der Nachtgleichen und die damit eintretende Veränderung der Abweichung der Gestirne (ihres Abstandes vom Aequator) der „Himmelsanblick" allmälig in der Art alterirt, daß sich die Gestirne dabei zugleich höher oder niedriger über dem Horizonte der Beobachter zeigen, auch wohl gar nicht mehr über denselben treten. Daher gehen z. B. gegenwärtig bei uns Gestirne des nördlichen Himmels unter (sinken Abends unter den Horizont, gegen den sie ihre Stellung, der gewachsenen Abweichung wegen, verändert haben), welche nur noch vor einigen Jahrhunderten stets über dem Horizonte blieben; und wenn Homer (meine gelehrteren Leser werden die Stelle schon finden) namentlich vom großen Wagen (den 7 bekannten Sternen im Bilde des großen Bären) sagt: „derselbe sinke nie in des Oceans Bad" (gehe nie unter): so neigen sich dagegen im südlichen Griechenlande jetzt schon einige dieser Sterne unter den nördlichen Horizont.

lich eine der Kugel sehr nahe kommende Gestalt; der primitive Stoß, welchem sie (Bahnen, S. 104) ihre gleichzeitige rotatorische (um die Axe) und progressive Bewegung (in der Bahn) verdanken, gab ihnen also jene Bewegung um eine „freie Axe“ (um einen der ursprünglichen Kugeldurchmesser); und durch die so entstandene Axendrehung selbst erhielten die Planeten die sphäroidische, an den Polen abgeplattete Gestalt, welche wir (s. Abplattung) an ihnen beobachten. Indem sich diese Axe, dieser Kugeldurchmesser, dabei aber zur kleinen Axe der Erzeugungs-Ellipse des Sphäroids verkürzte, blieb sie, dem Vorausgesetzten gemäß, nicht weniger „freie Axe;“ und da alle Planeten demnach um eine solche freie Axe rotiren, so folgt daraus auch die, hier eben für sie alle darzuthuende Nothwendigkeit unserer Annahme der Unveränderlichkeit ihrer Rotation und der Lage ihrer Rotationsaxe in ihnen selbst.

Wenn dieselben jedoch diese Art von Unveränderlichkeit zugleich aber eine Abplattung mit dem Erdkörper gemein haben, so müssen sie freilich auch die, nachgewiesenermaßen, von der letzteren (nämlich von der besondern Anziehung, welche die Sonne und die Monde auf den „abgeplatteten“ Planeten ausüben) herrührende „Veränderung“ in den Stellungen ihrer Rotationsaxe gegen die Bahnaxe mit unserem Planeten theilen, und dieß ist wiederum eine derjenigen Analogien, auf welche ich nur durch den gegenwärtigen Vortrag geführt worden bin. Die Rotationsaxe des Jupiter z. B., will ich sagen, hat aus den angeführten theoretischen Gründen eine eben so unveränderliche Lage gegen diesen Planeten, als die Erdaxe gegen die Erde; sein Sterntag ist an specieller Dauer und an Gleichförmigkeit eben so unveränderlich, als unser Sterntag; — aber Jupiter ist auch (nur in bekanntlich noch stärkerem Maße) abgeplattet, gleichwie die Erde; und da das „Vorrücken der Nachtgleichen“ (der Durchschnittspuncte des Aequators mit der Bahnperipherie) von der Sonnen- und besonders der Mondwirkung auf die durch die „Abplattung“ verursachte Sphäricität herrührt: so muß ein solches „Vorrücken der Nachtgleichen“ des Jupiter und die damit in Verbindung stehende Verrückung seiner Rotationsgegen die Bahnaxe, kurz eine betreffende ähnliche „Veränderung“ so gut für diesen, gar von vier Monden* umgebenen Planeten, wie für die Erde mit ihrem einen Monde Statt finden. — Diese Bemerkung, welche übrigens, wie man gleich einsieht, nicht für den Jupiter allein, sondern, mutatis mutandis, für alle übrigen Planeten gilt, ist, ich wiederhole es, neu; ich kann das Sachverhältniß aber nicht im Detail verfolgen, und muß mich begnügen, dasselbe unter dem hier aufgestellten Gesichtspuncte „himmlischer Veränderungen“ bloß anzudeuten.

Eine gleiche Unveränderlichkeit, als somit von der rotatorischen Bewegung der Planeten dargethan ist, hat, wie ich hiernächst ebenfalls genauer nachweisen wollte, auch für die progressive Bewegung dieser Weltkörper in der Bahn Statt; nach allen theoretischen Berechnungen und allen praktischen Beobachtungen sind die („mittleren“) siderischen Umlaufsperioden der Planeten constant (für alle Zeiten unveränderlich), und die „Veränderung,“ im Gegensatze dieser Unveränderlichkeit, offenbart sich hier nur in kleinen Schwankungen um einen solchen Mittelwerth, welcher stets sogleich wieder das feste Gesetz abgibt.** Nun verhalten sich aber nach der dritten Kepler'schen Regel (S. 911) die Quadrate der Umlaufszeiten wie die Würfel der großen Bahn-

* Von der andern Lage der Bahnen dieser Monde gegen den Hauptplaneten, welche mir gelehrtere Leser einwenden könnten, sehe ich hierbei ab; es kann daraus wohl eine Modification, nicht aber eine völlige Aufhebung des Vorganges entspringen.

** Himmelsmechanik, S. 777. Lagrange: „Les grands axes sont invariables, *abstraction faite des inégalités périodiques.*“ — Ich bitte um Vergleichung der ganzen Stelle, gleichwie ich eine solche anderweite Vergleichung des Artikels Stabilitäts-Problem schon Eingangs des gegenwärtigen Vortrags empfohlen habe.

aren, d. h. die letzteren stehen in Proportionalität zu den ersteren, und wenn jene also unveränderlich sind, so sind es diese und demnach ihre Hälften, d. h. die mittleren Entfernungen der Planeten von der Sonne offenbar ebenfalls. Von dieser Bedingung, daß die Entfernungen der Planeten von der Sonne nur kleinen periodischen Veränderungen unterworfen sind, hängt aber (wie in dem nur eben citirten Artikel ausführlich gezeigt wird) das Bestehen des Systems ab, und der Himmels-Architect* hat deßhalb die Unveränderlichkeit dieses Elements bei ihrer entscheidenden Wichtigkeit für die Dauer des Ganzen ganz so sorgfältig, wie die voran hervorgehobene, nicht weniger wichtige Unveränderlichkeit der rotatorischen Bewegung besonders berücksichtiget, ohne den übrigen Elementen, von denen wir (vergl. d. Art. und auch gleich unten) wissen, daß die darin vorgehenden „Veränderungen" oft auf sehr lange Perioden ausgedehnt sind, eben wegen der Unerheblichkeit des Einflusses davon, eine gleiche Aufmerksamkeit zu schenken. Man sieht hieraus — und die Lenkung des Nachdenkens auf diese erhabene Betrachtung ist eine Hauptabsicht beim gegenwärtigen Vortrage — mit welcher Umsicht der Himmels-Bauplan angelegt, und wie dabei die zulässige „Veränderung," als der vorliegende Darstellungsgegenstand, gegen die unerläßliche Beständigkeit abgewogen ist.

Bei der solchergestalt offenbar werdenden Nothwendigkeit der Constanz der mittleren Umlaufszeiten der Gestirne mußte es um so mehr auffallen, diese Rücksicht, wie wenigstens die bloße Beobachtung vermuthen ließ, für unsern Mond vernachläßigt zu finden, von welchem vielmehr vorläufig schon Eingangs, mit Verweisung wegen des Näheren hierher, angeführt worden ist, daß (abgesehen von allen übrigen Ungleichheiten) seine mittlere Bewegung dagegen eine beständige Beschleunigung erfährt, und daß demnach die Entfernung dieses Nebenplaneten von seinem Hauptplaneten Erde eben so beständig abnimmt, wonach eine dauernde „Veränderung" des Himmelsverhältnisses von den drohendsten Folgen unbegränzter Annäherung und letztlichen Zusammensturzes beider Weltkörper zu erwarten wäre; — und ich muß über diese glücklicherweise nur scheinbare Ausnahme, welche einer sonst allgemeinen und als so wichtig erkannten Regel himmlischer Anordnungen geradezu zu widersprechen schien, um so mehr in einiges, alle Befürchtung zerstreuendes Detail eingehen, als die Absicht des Himmels-Architecten, Seiner Schöpfung auch eine ewige Erhaltung zu sichern, sonst in Zweifel gestellt werden könnte.

Der Umstand selbst zunächst ist freilich allerdings vollkommen constatirt: schon Halley, der uns so viel bekannt gewordene scharfsinnige Zeitgenosse und Freund des großen Newton, hatte auf das strengste erwiesen, daß die Umlaufszeit des Mondes um die Erde seit den genaueren Beobachtungen der Chaldäischen und Griechischen Astronomen, also seit mehr als 2000 Jahren, ununterbrochen kürzer, seine Bewegung also schneller und sein Abstand von der Erde damit geringer geworden sey, demgemäß beim ununterbrochenen Fortgange letzterer Abnahme, wie gesagt, der endliche Sturz des Mondes auf die Erde unvermeidlich würde eintreten müssen; — und Lalande „Astronomie." §. 1483.** findet, daß, wenn er mit der zu seiner Zeit (um 1750) Statt habenden, also diesergestalt gegen sonst gewachsenen mittleren Mondgeschwindigkeit einen 300 Jahr vor Christus (d. h. etwann 2000 Jahr früher) wirklich beobachteten Mondort berechnet, das Resultat der Rechnung um mehr als einen vollen Grad gegen jene frühere Beobachtung differirt.** Die Besorgniß wegen

* Vergl. d. Art. Architectonik des Himmels, S. 1018 flgd., des ersten Bandes unseres Werkes.

* Ich wiederhole für nachschlagende Leser, daß ich die zweite Ausgabe citire, an deren Gebrauch ich einmal gewöhnt bin.

** Dies will zunächst sagen: wenn bereits zu jener früheren Zeit die erst zur späteren eingetretene größere Geschwindigkeit des Mondes Statt gehabt hätte, so würde mit derselben (mit der letzteren), statt des damals wirklich nur erst beobachteten Mondortes,

der gedachten endlichen Folgen dieser steten „Veränderung," dieses steten Abnehmens der Entfernung des Mondes von unserer Erde, und der hier davon

schon ein weiter vorwärts belegener Ort (eine größere Länge des Mondes in seiner Bahn) gefunden worden seyn, wonach es aussieht, als wenn die Differenz negativ wäre; — und so muß ich mich alsbald ausdrücken, um mich meinen Lesern recht verständlich zu machen, indem dagegen die Form des rechnenden Verfahrens der Astronomie die Sache etwas anders — nicht seyn — sondern nur erscheinen läßt.

Dieser „Rechnungsform" gemäß verfährt Lalande hierbei nämlich folgendermaßen: „Ich kenne, sagt er, z. B. den mittleren Mondort (die „Epoche") für den Pariser Mittag des 1sten Januar 1750 (als des oben genannten Jahres); von da an ist bis zu dem Tage, der Stunde u. s. w. des in Rede stehenden Jahres 300 vor Christus so und so viel Zeit rückwärts verstrichen; und ich muß also, um den Mondort für letzteren Termin zu finden, den Betrag der Mondbewegung für jene Zeit von der Epoche abziehen." — Setzte nun Lalande diesen Betrag nach Maßgabe der in seinem Jahre 1750 Statt findenden, seit 300 vor Christus gewachsenen Mondgeschwindigkeit an, so machte er diesen Betrag offenbar zu groß, und zog also von der Epoche zu viel ab, welches im gegenwärtigen Falle den 1° austrägt, um den die Rechnung von der Beobachtung differirte, und der nun, da jetzt zu viel abgezogen ist, gegentheils additiv wird: der so berechnete Mondort findet sich, weil man bei diesem Verfahren einen, gegen früher zu großen Betrag abrechnet, zurück gegen den beobachteten. Dieß zeigt auch die, mit Bezug auf die hier in Rede stehende Beschleunigung des Mondlaufes im Art. Mondungleichheiten, S. 193 (vergl. auch oben) gegebene Vorschrift, dem berechneten Mondorte aus dem Grunde dieser Beschleunigung der mittleren Bewegung stets eine Größe $= 10'' \cdot t^2$ (wo t die Anzahl der vorkommenden Jahrhunderte bedeutet) hinzuzufügen; wenn ich mit der, zur Zeit

abhängigen Beschleunigung seines Laufes war also, da man lange durchaus Nichts entdecken konnte, wodurch gegentheils wieder eine Entfernungszunahme und die somit bedingte Verlangsamung der Bewegung, kurz, eine Ausgleichung, wie bei allen andern Störungen, hatte erwartet werden dürfen, wohl begründet. Denn die Beobachtung ließ schließen, daß jene Beschleunigung, jenes Wachsen der Geschwindigkeit, in jedwedem Jahrhunderte unausnamentlich 20", und daß die daher rührende Geschwindigkeit selbst demnach in t Jahrhunderten oder überhaupt in der Zeit t, 20".t betrage, woraus der dieser Zeit und Geschwindigkeit zugehörige Raum (Bogen in der Mondbahn), wie er gerade unmittelbar in solchen Beobachtungen vorlag, $= 10'' \cdot t^2$ folgte, auf welchen, schon in der Anmerkung beigebrachten Ausdruck ich hier eben nochmals zurückkommen

der Epoche Statt findenden Geschwindigkeit eine spätere Mondlänge berechne, finde ich sie, da diese Geschwindigkeit wächst, zu klein; rückwärts aber, wo die Geschwindigkeit abnimmt, mache ich das, was ich nach dem beschriebenen Verfahren abziehe, dabei zu groß; — und jener Werth der $10'' \cdot t^2$ ist also, wie gesagt, in beiden Fällen additiv.

Der Ausdruck $10'' \cdot t^2$ wird meine Leser übrigens an den ganz eben so lautenden Ausdruck für den freien Fall (S. 416) erinnern; der Mond „fällt" aber (Gravitation, S. 688) hierbei auch wirklich mit eben so beschleunigter Geschwindigkeit gegen die Erde, — und die Uebereinstimmung der Ausdrücke ist also ganz natürlich. Auch hierauf komme ich indeß oben zurück.

Noch könnte Anstoß geben, daß ich im Vortrage immer von „mittleren Mondorten" spreche, da doch der in Rede stehende beobachtete gewiß ein wahrer Ort ist; allein man darf diesen letzteren als auf den ersteren reducirt betrachten.

Endlich bemerke ich, daß diese Auseinandersetzung wiederum eine derjenigen ist, welche ich besonders für den gegenwärtigen Artikel aufsparen zu müssen geglaubt habe.

wollte. Man darf sich aber zu dessen vollkommner Verständniß nur an die im Art. Bewegung, S. 118, bewiesene Relation zwischen Raum, Geschwindigkeit und Zeit, nämlich $ds = vdt$ erinnern, in welcher Gleichung ds das Differential des Raumes, dt das Differential der Zeit, und v allgemein die Geschwindigkeit bedeutet, und welche sich also, wenn man für v den hier gefundenen particularen Werth $20''.t$ substituirt, in $ds = 20''.tdt$ verwandelt, woraus durch Integration sogleich unser Ausdruck s (der betreffende Mondbogen) $= 10''.t^2$ hervorgeht.* — Die ebenfalls schon in der Anmerk. erwähnte vollkommene Identität dieses Ausdruckes mit dem für den freien Fall in Anwendung kommenden ($s = 2gt^2$) wird nach diesen Auseinandersetzungen auch nicht weiter überraschen, und derselbe ist also so zu verstehen, daß sich für jede spätere Zeit t nach der Epoche der mittlere Mondort um $10''.t^2$ weiter vorgerückt finde, als sonst der Fall gewesen seyn würde.**

Mit dem Suchen nach der Ursache dieser auffallenden und dem Anscheine nach also äußerst gefährlichen Anomalie sind alle Astronomen des vorigen Jahrhunderts beschäftiget gewesen; allein es ist vor Laplace, dem uns bekannten, berühmten Auctor der „Mécanique celeste“ und der „Exposition du Système du Monde“ keinem von ihnen gelungen, etwas, auch nur einigermaßen Befriedigendes darüber beizubringen. Dieser große Geometer war endlich so glücklich, jene Ursache zu finden; und ich resumire das Resultat seiner dießfallsigen Forschungen und Entdeckungen* mit seinen eigenen Worten: „Exposition du Système du Monde.“ 4te Auflage, Paris. 1813. 2 B. gr. 8. II. 72, wo er sagt: „Die Ursache der seit der Zeit der uns bekannten frühesten Beobachtungen bis jetzt wahrgenommenen und noch fortdauernden, stetigen Beschleunigung der mittleren Bewegung des Mondes muß in ei-

* Lesern, welche mit diesem Darstellungsprincipe des sogenannten „Infinitesimal-Calculus“ nicht ganz einverstanden sind, darf ich auf die gegenwärtige Veranlassung Nürnberger's „Theorie des Infinitesimal-Calculus.“ Berlin 1812. 4. empfehlen, wo S. 40 figd. ein verwandter Fall sehr sorgfältig erörtert wird.

Was aber die Rechnung selbst betrifft, so übersieht man leicht, daß, da das Differential von $10''.t^2 = 10''.2.tdt = 20''.tdt$ ist, umgekehrt das Integral von $20''.tdt$ auch nur $10''.t^2$ seyn kann.

** Bei der außerordentlichen Wichtigkeit, welche ich dieser „Mondungleichheit“ unter unserem hier aufgestellten Gesichtspuncte einer für das Bestehen des Systems bedrohlichen steten „Veränderung“ beizulegen habe, will ich das oben Gesagte auch noch durch ein anderes Beispiel erläutern. Sey nämlich zur Epoche der Anfang des laufenden Jahrhunderts 1800 gewählt, so ist für 1850, $t = +1/2$, $t^2 = 1/4$, und der Betrag, welcher derjenigen Länge des Mondes, die man ohne die betreffende Beschleunigung gefunden haben würde, nunmehr hinzugefügt werden muß, $= 1/4 . 10'' = 2\,1/2''$; für das folgende Jahr 2000 wird $t = +2$, $t^2 = 4$, und $t^2 . 10''$ schon $= 40''$; ferner ergibt sich für das rückwärts liegende Jahr 1500, für welches t demnach zwar $= -3$, t^2 aber doch $= +9$, somit $t^2 . 10'' = 90''$; und wenn Lalande also bei der vorn erwähnten Rechnung von seiner Epoche 1750 bis 300 vor Christus, also nahe 20 Jahrhunderte zurückging, so mußte er (Mondungleichheiten, S. 193) allerdings die erwähnte Differenz von über 1^0 finden, da t nun $= -20$, t^2 folglich $= +400$, und $t^2 . 10''$ daher $= 4000''$, also in der That über 1^0 ($= 3600''$) kommt. — Dieß zeigt noch augenfälliger das Wachsen der, den Längen des Mondes in der Bahn, aus dem Grunde dieser Beschleunigung, hinzuzufügenden Correction, nachdem man sich bei der Berechnung auf eine entferntere Epoche und die für selbige gültige mittlere Bewegung bezogen hat.

* Die erste Nachricht von dieser wichtigen Entdeckung gab Laplace der Pariser Akademie am 19ten Decbr. 1787; das Detail findet sich in den (1788 erschienenen) „Mémoires de l'Academie“ für 1786.

ner Verbindung des störenden Einflusses der Sonne auf dieses Gestirn mit der seit eben der Zeit Statt findenden und ebenfalls noch fortdauernden, also an eine gleich lange Periode gebundenen Abnahme der Excentricität der Erdbahn gesucht werden." Um dieß, wenigstens im Allgemeinsten, einzusehen, erinnern wir uns aus dem Vorangeführten daran, daß außer der großen Axe alle übrigen Elemente der Erdbahn, und namentlich also auch die „Excentricität", veränderlich sind, gleichwie wir nicht weniger wissen, daß die Sonne einen, durch ihre Entfernung von der Erde bedingten, störenden (den Lauf beschleunigenden oder verzögernden) Einfluß auf den, die letztere umkreisenden Mond ausübt; — bei den Veränderungen der Excentricität ändern sich aber offenbar die Entfernungen der Erde von der Sonne, und also auch des, mit jenem seinem Hauptplaneten zum Systeme verbundenen Nebenplaneten Mond. Solchergestalt ist demnach die Abhängigkeit der Mondbewegung von der Excentricität der Erdbahn überhaupt klar; man gibt aber überdieß auch noch speciell zu, daß diese Bewegung daher beim Abnehmen der Excentricität, und wodurch also eine mehrere Kreisähnlichkeit der Bahnform und damit eine im Ganzen überwiegende Annäherung des Erdsystems zur Sonne bewirkt wird, beschleuniget* werden müsse; und da nun (vgl. Stabilitäts-Problem, S. 478) ein solches „Abnehmen der Excentricität der Erdbahn" seit eben so uralten Zeiten durch die Theorie erwiesen ist: so folgt demnach daraus die hierauf begründete, entsprechende Beschleunigung des Mondlaufes von selbst. Dieselbe Theorie beweist aber sodann (Himmelsmechanik, S. 777) nicht weniger streng, daß dieß Abnehmen der Excentricität der Erdbahn nur periodisch, obwohl, wie gesagt, an eine „Periode von sehr langer Dauer gebunden sey, wonächst eine gleich lang dauernde Wiederzunahme eintreten müsse; und es geht also hieraus eben so unwiderleglich hervor, daß sich damit auch die jetzige Beschleunigung des Mondlaufes in eine demnächstige Verlangsamung verwandeln werde,* und daß die ganze Störung („Veränderung") also eben so wenig, wie die übrigen Störungen, den Charakter des verderblichen steten Fortganges im nämlichen Sinne, sondern nur der Periodicität, des Hin- und Herschwankens zwischen unübersteiglichen Gränzen an sich trage, „*Pendule de l'éternité*," wie sich Pontécoulant in der Théorie analytique du Système du Monde" (dem von uns viel citirten Werke, I. XVI.) auf diese Veranlassung so schön ausdrückt, „*pendule de l'éternité qui bat des siècles, comme le nôtre bat des secondes.*" — Dieser Beweis ist, bevorwortetermaßen, die eigentliche Absicht meiner so ausführlichen Betrachtung der scheinbaren beständigen Verkürzung der großen Axe der Mondbahn gewesen, welche Verkürzung sonst aller Regel des Himmels-Bauplans widersprochen haben würde; — und indem ich die Consequenz des hehren Architecten jenes Baues solchergestalt von dem hieraus gezogenen Vorwurfe befreiet habe, fahre ich nunmehr in der weiteren Betrachtung der „Veränderungen" in den Verhältnissen und Beziehungen der Himmelskörper fort.

Nicht auch die übrigen Elemente der Gestirnbahnen nämlich, worauf ich gegenwärtig zurückkommen wollte,* genießen, wie gesagt, desselben, solchergestalt für die großen Axen nachgewiesenen Vor-

* Die Rechnung zeigt dieß freilich noch bestimmter; allein ich darf dieselbe, Plangemäß, hier nicht weiter beibringen. Lüsterne Leser finden sie am übersichtlichsten in Bohnenberger's (des verewigten Professors der Astronomie zu Tübingen) „Astronomie." Tübingen. 1811. gr. 8. S. 576 flgd.

* Laplace l. c.: „*L'équation séculaire de la Lune est due à l'action du Soleil sur ce satellite, combinée avec la variation* séculaire de l'excentricité de l'orbe *terrestre.* Ce mouvement *s'accelère,* quand l'excentricité *diminue,* ce qui a lieu depuis les observations anciennes jusqu'à nos jours; mais l'accélération se changera au contraire en *retardement,* quand l'excentricité, parvenue à son *minimum,* cessera de diminuer, *pour commencer à croître.*"

zuges der gänzlichen Unveränderlichkeit (oder doch der baldigen Rückkehr zu einem ſtetigen Mittelwerthe). Von der Excentricität iſt das Schwanken zwiſchen ſehr weiten Gränzen eben nachgewieſen; von den Apſiden wiſſen wir (Perturbationen, S. 307) ſogar, daß ſie wirklich ſtets in derſelben Richtung vorwärts rücken, ohne daß jedoch gerade bei dieſem Elemente (der „Länge des Perihels") von einer ſolchen allgemeinen Vorrückung der mindeſte nachtheilige Einfluß für das Ganze zu befürchten wäre; — und von den Knoten, der Neigung gilt (l. c.) eine ähnliche „Veränderung," wie von der Excentricität. Unſer Sonnenſyſtem beſteht, abgeſehen von den unzähligen Kometen, wenigſtens ſo weit unſere heutige Kenntniß deſſelben reicht, aus

der Sonne,
dem Planeten Mercur,
der Venus,
der Erde mit 1 Monde,
dem Mars,
den 8 Planetoiden (Aſträa, Ceres, Flora, Hebe, Iris, Juno, Pallas, Veſta),
dem Jupiter mit 4 Monden,
dem Saturn mit 7 Monden,
dem Uranus mit (bis jetzt entdeckten) 6 Monden, und
dem Neptun mit (bis jetzt entdecktem) 1 Monde,

alſo aus 36 größeren und kleineren Weltkörpern, welche ihrer Natur nach alle in der unaufheblichen Wechſelwirkung ſtehen, daß jeder von ihnen alle übrigen anzieht und hinwiederum von allen übrigen angezogen wird, woraus eine Complication erwächſt, deren Unendlichkeit ich bemühet geweſen bin, im Artikel Problem der „drei" Körper* zu ſchildern, wiewohl dieſe Schilderung durch Menſchenhand doch immer nur noch ein ſchwaches Abbild der Wirklichkeit gewähren kann.

Die ſchwere Aufgabe der Architectonik des Himmels hat alſo darin beſtanden, der ſolchergeſtalt entſtehenden, ſonſt, wie es ſcheint, mit unvermeidlicher Verwirrung und Zerſtörung drohenden Verwicklung durch die ſorgſamſte Anordnung vorzubeugen, wobei ein Tiefſinn entwickelt worden iſt, welchen an einzelnen Beiſpielen nachzuweiſen dem endlichen Verſtande wohl noch gelingt, wie ich den Verſuch dazu im genannten Vortrage (Bd. I. S. 1018) gewagt habe. Auf dieſe Art iſt denn den „Veränderungen," unter welchem Geſichtspuncte ich die Sache hier betrachte, im Syſteme zwar nicht gänzlich vorgebeugt, welches der bezeichneten Natur der Dinge gemäß, wie geſagt, ſelbſt dem Himmels-Architecten, der ſeine Geſetzgebung im Univerſum zu reſpectiren hatte, unmöglich geweſen ſeyn würde; aber dieſen Veränderungen ſind ſolche unüberſteigliche Gränzen angewieſen, die das Beſtehen des Syſtems ſichern, und deren Umfang ich eben im Artikel „Architectonik des Himmels" näher bezeichne. Um Vergleichung deſſelben habe ich alſo zu bitten, und ich beende mit dieſer Bitte die Betrachtung der „Veränderungen" im Syſtem, indem ich mich nunmehr für dieſe Betrachtung auf einen noch hehreren Standpunct zu erheben habe.

Wenn wir uns dabei nämlich bis jetzt, wie geſagt, auf die Vorgänge im Syſteme beſchränkten, ſo lehrt die neueſte Aſtronomie dagegen, daß zugleich das Sonnen-Syſtem ſelbſt eine „Veränderung" und zwar eine Ortsveränderung erfährt, indem (vergl. beſonders Fixſterne, S. 547) die Sonne mit Nachziehung ihrer ganzen Umgebung von Haupt- und Nebenplaneten und Kometen im Weltenraume unter den Fixſternen fortrückt, und einen weiteren Kreislauf

* Weßhalb ich mich dabei dort auf „drei" Körper beſchränkt habe, muß im betreffenden Artikel ſelbſt nachgeſehen werden; in ſeiner vorliegenden Ausdehnung aber könnte man das Problem ſo ausdrücken: „Es ſoll von einem jeden der angegebenen 36, alſo unſer Syſtem bildenden, alle übrigen anziehenden und von ihnen allen hinwiederum angezogenen Weltkörpern durch Rechnung der ſolchergeſtalt bedingte Himmelsort, die Geſchwindigkeit und deren Richtung für jegliche verfloſſene, gegenwärtige und zukünftige Zeit beſtimmt werden." — eine Forderung, vor welcher, in dieſer Geſtalt, der menſchliche Verſtand zurückbebt.

um eine Sonne höherer Ordnung beschreibt, wobei sich ein scheinbares Auseinandertreten derjenigen dieser Gestirne, auf welche die Bewegung losgeht, gleichwie ein Zusammentreten der rückwärts liegenden (hinterwärts bleibenden) veroffenbart. Hiermit verbindet sich die, auch im citirten Artikel nachgewiesene Eigenbewegung* der Fixsterne, um diejenige allmälige und partielle „Veränderung des Himmelsanblickes" zu veranlassen, welche ich gleich Eingangs besonders hervorgehoben und, mit Verweisung wegen des Weiteren hierher, schon in Bezug auf das Vorrücken der Nachtgleichen angedeutet habe; eine gänzlich solche „Veränderung" muß aber für uns, gleichwie für die Bewohner der ganzen Systemswelt, dann eintreten, wenn die gedachte Bewegung der Sonne in Begleitung ihres Planetengefolges einstmals in durchaus neue Regionen des Himmelsraums, und demnach zu durchaus neuen Sternen geführt haben wird. Freilich kann darüber die ungemessene Zeit von noch vielen Jahrtausenden und abermals Jahrtausenden verstreichen; eintreten indeß zu irgend einer Zeit, welche Zeit dieß nun auch seyn möge, muß nach Maßgabe der Daten aller bisherigen Beobachtung eine solche „Veränderung des Himmelsanblickes" schlechterdings; — und es wird dann, wie gesagt, ein andrer, ein neuer, ein „veränderter" Himmel über der alten, aber, gleichwie dieser Himmel, ewigen Erde hangen, bis nach andern Aeonen von Jahren mit dem Schlusse des angedeuteten Sonnenkreislaufes auch die alten Sterne wiederkehren.

Also muß der Begriff der „Veränderung," welche wir an den Himmelskörpern nach ihrer Anordnung, ihrer Bewegung u. s. w. gewahren, und wie ich diese Veränderung nun hier vorzüglich mit Rücksicht auf unser System betrachtet habe, richtig aufgefaßt werden; im ganzen Universum herrscht dieß Leben der Veränderung vor, aber es endet nicht mit dem Tode der Zerstörung; bei der Schöpfung Seiner Werke hat der Schöpfer die „Veränderung" nicht ausschließen, aber Er hat ihr auch sogleich die bezeichneten Gränzen anweisen und diesen Seinen Werken dadurch eine solche ewige Dauer sichern wollen, welche nicht weniger im citirten, meinem gegenwärtigen Vortrage so nahe verwandten Artikel Stabilitäts-Problem nachgewiesen wird. Die Wiederholung dieses Nachweises mit letzterer Beziehung hat die gleich Eingangs hervorgehobene Hauptabsicht des gegenwärtigen Vortrages, den ich nun hiermit beschließe, ausgemacht; „quiconque," so drückt sich aber der ehrwürdige Petersburger Astronom Schubert* („Traité d'Astronomie théorique." Petersburg. 1822. 3 B. 4. III. 524) auf Veranlassung ähnlicher Betrachtungen über diesen erhabenen Gegenstand aus, „quiconque est capable de comprendre ces vérités sublimes, ne peut qu'adorer la *Sagesse suprême* qui destina la plus parfaite machine à une durée éternelle, en mettant dans sa première organisation le germe de l'immortalité, et en prescrivant aux corps célestes des limites insurmontables, dans lesquelles ces masses immenses circuleront éternellement sans interruption et sans confusion!"

Verfinsterung, s. Finsternisse.

Vergrößerung; Amplificatio; *Amplification*, Grossissement. Diejenige Wirkung optischer Instrumente, insbesondere der Fernröhre (und Mikro-

* Dieser Einfluß auf die „Veränderung des Himmelsanblickes" ist besonders hervorgehoben im Art. Sternkarten, S. 533.

* Schubert (Friedr. Theodor), geboren zu Helmstädt 1758, widmete sich schon früh aus innerster Neigung dem Studium der Astronomie, erwarb sich als Kenner der Wissenschaft Bekannte, und erhielt durch dieselben den Ruf eines Geographen der Kaiserlichen Akademie der W. W. zu Petersburg, allwo er sodann 1804 zum Astronomen der akademischen Sternwarte ernannt wurde, und als solcher 1825 starb. Von seinen vielen astronomischen Schriften, unter denen sich auch eine „Populäre Astronomie." Petersburg. 1804. 3 B. gr. 8. befindet, bildet doch die oben genannte „Astronomie théorique" (vgl. den Art. Astronomie, S. 65) das Hauptwerk.

skope, vergl. beide besondere Art.), welcher gemäß dieselben Dinge, die dem bloßen, dem „unbewaffneten“ Auge unter einem kleinen Sehewinkel erscheinen, sich dagegen dem mit diesen Instrumenten „bewaffneten“ Auge unter einem größeren Sehewinkel (s. vorzüglich auch diesen Art.) darstellen. Man drückt die Größe dieser Wirkung ganz natürlich durch das Verhältniß der beiden Sehewinkel aus, dessen Exponent alsdann die Vergrößerungszahl genannt wird. So sagt man z. B., die Vergrößerung sey zehnfach, wenn der Gegenstand durch das Fernrohr unter einem zehnmal größeren Sehewinkel erscheint, als wenn man ihn mit bloßem Auge betrachtet.*

Die Größe des Sehewinkels, unter welchem Gegenstände (Gestirne) dem bloßen Auge erscheinen, hängt von der Entfernung ab, aus der man sie betrach-

* Diese Sache kann gar nicht deutlich genug gemacht werden. Gesetzt also, ich betrachte z. B. die als Kreisscheibe erscheinende Kugel des Mondes mit bloßem Auge, so sehe ich sie selbst und unmittelbar am Himmel unter einem Sehewinkel ihres Durchmessers von $^1/_2$ Grade (30 Minuten). Dieß heißt: die, von den Endpuncten des in runder Zahl 400 Meilen langen Monddurchmessers aus der Entfernung dieses Gestirns von beiläufig 50000 Meilen in unserem Auge zusammenlaufenden beiden Gesichtslinien schließen daselbst den optischen Winkel von 30′ ein. Die Rechnung zeigt es, indem sie hier 50000 : 400 = r : sin Sehewinkel, und diesen Sinus also = $^4/_{500}$ = 0,008 gibt, wozu in der That ein Winkel von 30′ gehört.

Betrachte ich dagegen den zum Beispiele gewählten Mond mit Hülfe eines Fernrohrs, so sehe ich nicht mehr ihn selbst so unmittelbar am Himmel, sondern (l. c. S. 439) vielmehr nur sein, bloß noch am Himmel gewähntes, der Wirklichkeit nach aber durch das Objectiv im Innern der Röhre entworfenes, und dem Auge solchergestalt so viel näher gerücktes kleines Abbild, welches aus dieser größeren Nähe, wie klein es an sich auch sey, natürlich gleichwohl unter einem größeren Sehewinkel empfunden wird. „Vergrößert nun das Fernrohr,“ wie oben, „zehnmal,“ so will dieß sagen: statt daß deinem bloßen Auge der wirkliche Mond (sein Durchmesser) selbst am Himmel unter einem Winkel von nur $^1/_2{}^0$ erscheint, so zeigt dir das Fernrohr, vermittelst seines Oculars, das Mondbild (seinen Durchmesser, vergl. hinten) dagegen, also linear aufgefaßt, unter einem Sehewinkel von (10 . $^1/_2$ =) 5 Graden; wenn du den Winkel, unter dem dein Auge dieß Bild der Mondscheibe (ihres Durchmessers) empfindet, ganz unabhängig von seiner Umgebung, unmittelbar dem „linearen“ Durchmesser nach missest, so findest du diesen Durchmesser in der That = 5°. Allein die hierbei vorgehende, schon voran durch den Ausdruck „wähnt“ angedeutete optische Täuschung läßt uns das Mondbild, obgleich in der That, nur im Innern der Röhre des Refractors vorhanden, nicht so unabhängig von seiner Himmels-„Umgebung“ erblicken; wir versetzen es vielmehr (Fernrohr, S. 438) aus der Röhre an den Himmel, und sehen deßhalb diese Himmels-Umgebung in dem nämlichen Maße, d. h. wir sehen Alles durchaus 10 Mal vergrößert, demgemäß das Bild, welches, isolirt und somit „linear“ gemessen, allerdings 5° faßt, im Himmelsbogen doch wieder nur seinen entsprechenden $^1/_2{}^0$, aber nach einem zehnmal größeren Kreismaße (als Theil eines zehnmal größeren Kreisumfanges) enthält: die vergrößerte Mondscheibe (ihr Durchmesser) braucht an der also mit vergrößerten Himmelskugel-Hohlfläche nicht mehr Zeit zum Meridiandurchgange, als die unvergrößerte; und da sich diese Zeit wie der scheinbare Durchmesser verhält, so wird durch die Vergrößerung wohl das „lineare,“ aber nicht das Bogenmaß des Gestirns verändert. — Unter demselben Gesichtspuncte habe ich dieß Sachverhältniß im Art. Größe der Himmelskörper und Größe, scheinbare, welche Artikel ich zu vergleichen bitte, betrachtet, wobei ich nur noch darauf aufmerksam mache, daß der in der That zwischen 400 und 500 Meilen

tet. Will man also die Sehewinkel für das bloße Auge als unveränderliche Größen ansehen und solchergestalt mit den Sehewinkeln für das bewaffnete Auge vergleichen, so muß man einen bestimmten Ort, wo das Auge stehen soll, festsetzen. Jede Angabe der Vergrößerung eines optischen Instrumentes supponirt eine solche bestimmte Stelle des bloßen Auges, als aus welcher dieses letztere den Gegenstand, wie er unter dem natürlichen (unvergrößerten) Sehewinkel erscheinen würde, betrachtend angenommen wird.

Bei den Fernröhren, welche zur Betrachtung von weit entlegenen Dingen (von Gestirnen) dienen (ich beschränke mich hier auf das astronomische Fernrohr und Spiegel-Teleskop), nimmt man den unvergrößerten Sehewinkel so an, wie er sich darstellen würde, wenn das Auge an dem Orte des Objectivs stände, und hierauf haben wir unsere Vergleichung dieses unvergrößerten (des natürlichen) Sehewinkels mit dem vergrößerten (nämlich demjenigen, unter welchem uns das, vom Objectiv im Inneren der Röhre entworfene Bild durch das Ocular erscheint) in dem citirten Art. Fernrohr, S. 439, begründet; der Ort des eingebildeten „bloßen," das Gestirn selbst unmittelbar betrachtenden Auges ist dem zu Folge in der dort angewendeten Figur 3 der Tafel IX in C, dem Centrum des Objectivs, angenommen; der Ort des wirklichen Auges, wie es das Bild durch das Ocular wahrnimmt,* ist dagegen hinter letzterem; — und die „Vergrößerungszahl" ergab sich nach der angeführten, dieser Annahme gemäßen Fi-

halteude Monddurchmesser dort, statt, wie hier, nur zu 400, zu 500 Meilen angenommen ist, welche Verschiedenheit indeß auf das von mir beabsichtigte Resultat gar keinen Einfluß hat.

* Die Frage nach diesem Bilde und der Art seiner Wahrnehmung durch das Ocular ist für eine richtige Einsicht vom Wesen der Wirkung eines astronomischen Fernrohres entscheidend, daher ich bei der gegenwärtigen Veranlassung nochmals darauf zurückkomme. Vorhanden zuvörderst im Innern der Röhre (im Brennraume des Objectivs) ist das Bild wirklich; man kann sich von seiner Formation durch jede Objectivlinse sinnlich überzeugen, wenn man (Linsengläser, S. 59) vor eine solche, zur bequemeren Beobachtung frei aufgestellte Linse etwann eine Lichtflamme bringt, deren (umgekehrtes) hinter der Linse (wie in der Röhre) entstehendes „Bild" daselbst z. B. mit einem (weißen) Papiere aufgefangen und also sichtbar gemacht werden kann. Ist die zu diesem Versuche angewendete Linse (das Objectivglas) hinreichend groß (von hinreichend großer Brennweite), so läßt sich hierbei Vergrößerung mit Deutlichkeit verbinden; und ich finde in meinen Collectaneen, daß der Sächsische Naturforscher Tschirnhausen (Walter von, Churſächsischer Rath, † 1708) mit einem solchen sehr großen Objectivglase auf eine volle Meile weit die Blätter an den, mittelst desselben betrachteten Bäumen zählen konnte, d. h. durch dieses, den Bäumen zugekehrte Glas hinter demselben in seinem Brennraume ein dazu hinreichend deutliches Bild der Bäume erhielt (wobei ich zur genauen Einsicht, wie dieß eigentlich zu verstehen sey, wieder die Vergleichung des Art. Linsengläser, S. 61, oder auch des gleich unten darüber noch Beigebrachten empfehlen muß)

Dabei wird sich nun aber den Lesern ein Bedenken wegen des zweiten Theiles die Frage, die ich hier eben ganz beantworten wollte, aufdrängen, nämlich, wozu denn, wenn das Objectivglas (die Linse) nach diesen Auseinandersetzungen zur Entwerfung eines Bildes in dem l. c. angegebenen Sinne hinreicht, und welches Bild also demnächst auch mit bloßem Auge betrachtet werden könnte, erst noch ein Ocular nothwendig sey? Allein ein solches Ocular im astronomischen Fernrohre dient wenigstens zur Verdeutlichung und Verstärkung des von dem Bilde auf das Auge zu machenden Eindruckes, indem es (Fernrohr, S. 438) die divergent davon auffallenden Strahlen parallel bricht und dem Auge also zuführt, wodurch (l. c.) eine solche Verdeutlichung und Verstärkung (eine erhöhete Wirkung des ganzen Instrumentes) aber in der That erzielt wird.

Endlich könnte man, weßwegen ich

gur = dem Quotienten der Brennweite des Vorderglases durch die Brennweite des Augenglases. Dieß heißt: wenn die „Brennweite" des Objectivs (die Entfernung, in welcher diese convex-convexe Linse hinter sich im Innern des Rohrs das Abbild des betrachteten Gestirns entwirft) z. B. 10 Zoll, und die Brennweite des Oculars (die Entfernung, in welcher dieses letztere, wenn man es eben so anwendete, seinerseits ein solches Bild machen würde) 2 Zoll beträgt, so vergrößert dieses Fernrohr ($^{10}/_{2}$ =) 5 Mal; wogegen es demgemäß 10 Mal vergrößern müßte, wenn man dasselbe Objectiv mit einem Ocular von nur 1 Zoll Brennweite verbände. Hiernach scheint es auf den ersten Blick, als wenn durch Anwendung eines Augenglases von sehr geringer Brennweite auf ein Vorderglas von größerer solcher Dimension jedwede beliebige Vergrößerung zu erzielen sey; allein man würde, vermittelst dieser Construction, zwar allerdings die bezeichnete Vergrößerung, jedoch, wie auch leicht einzusehen ist, und wie im Art. Fernrohr, S. 427, noch näher gezeigt wird, nur auf Kosten der Deutlichkeit erlangen, so daß es also hierbei gewisse gegenseitige, sich einander einschränkende Bedingungen gibt, von denen keine vernachläßigt werden darf.

Beim Spiegel-Teleskope sodann (vergl. d. Art. S. 472), also beim reflectirenden Instrumente, für welches ich die „Vergrößerung," nächst dem bis hierher darüber vom Refractor Gesagten, auch noch angeben wollte, ist dieselbe in ähnlicher Art dem Quotienten der Brennweite des Hohlspiegels durch die des Oculars gleich; und diese Analogie spricht für meine l. c. entwickelte Ansicht, nach welcher der „Reflector" als ein „Refractor" betrachtet werden kann, bei dem der Hohlspiegel das Objectiv vertritt.

Da die durch die Fernröhre zu beobachtenden Sehewinkel zwischen ihren Schenkeln bloß Linear-Abmessungen begreifen, so beziehen sich die berechneten Zahlen der „Vergrößerung" also, meiner schon oben mit Verweisung hierher gemachten Bevorwortung gemäß, auch bloß auf Linien oder Durchmesser, wie uns denn z. B. unsere dort angestellte Mondbetrachtung durch ein 10 Mal vergrößerndes Fernrohr den Sehewinkel, unter welchem der in der Wirklichkeit $^{1}/_{2}$ Grad haltende Durchmesser des Mondbildes erscheint, = ($^{1}/_{2}$. 10 =) 5 Grad zeigte. Die Flächen werden demnach im Verhältnisse des Quadrats der Durchmesser vergrößert, und das Fernrohr von 10maliger Vergrößerung des Monddurchmessers läßt also die Mondkreisscheibe (10^{2} =) 100 Mal größer, als sie sich dem bloßen Auge darstellt, erscheinen, auf welche Veranlassung ich noch eine Bemerkung machen muß.

Es fällt nämlich, wenn man z. B. die Vollmondscheibe eben mit bloßen Augen angesehen hat und sie nun durch dieses, den Durchmesser also 10 Mal vergrößernde Instrument betrachtet, außerordentlich schwer, sich zu überzeugen, daß sie demgemäß nun auch in der That 100 Mal größer, als die wirkliche (natürliche, unvergrößerte) Monderscheinung am Himmel sey. Um sich darunter zu Hülfe zu kommen, sehe man mit dem einen (etwann dem rechten) Auge durch das Rohr nach dem Monde, während man mit dem andern (dem linken, dem bloßen) Auge frei zu diesem Gestirne schauet, so wird das mittelst des Fern-

voran, außer auf Linsengläser, auch gleich noch hierher verwiesen habe, einwenden, daß man es bei der angeführten bloßen Betrachtung eines Gegenstandes unmittelbar durch ein Objectivglas doch gewiß nur mit dem Gegenstande selbst, und nicht mit seinem „Bilde," wie ich gleichwohl sage, zu thun habe. Allein auch in diesem Falle werden, wie sich nun eben l. c. weiter auseinandergesetzt findet, die vom Gegenstande auf die Linse fallenden Strahlen in derselben so gebrochen, daß sie sich im Brennraume zum Bilde vereinigen wollen, und sie kommen in dieser Art in das, hier zwischen dem Glase und dem solchergestalt erst noch zu entwerfenden Bilde stehende Auge, so daß letzteres demnach die Strahlen doch immer dergestalt empfindet, als wenn sie sich auf das Bild bezögen. Ob dasselbe dabei schon wirklich vorhanden ist oder nicht, gilt aber, wie man gleich einsieht, für den Eindruck auf das Auge ganz gleich.

rohres entstehende Mondbild vor oder dicht bei dem frei gesehenen Monde schweben, und die Vergleichung der Durchmesser, wonächst man das Verhältniß der Flächen zugeben muß, gelingt leichter. Oder man fasse mit dem einen bloßen Auge recht scharf z. B. 20 Ziegeln einer untersten Dachreihe auf und sehe nun mit dem andern Auge durch das Fernrohr genau nach 2 solchen Ziegeln, so wird man, indem dieß Fernrohr 10 Mal vergrößert, finden, daß das darin entstehende Bild der 2 Ziegeln die mit dem bloßen Auge gesehenen (2 . 10 =) 20 Ziegeln deckt, wodurch eine noch sinnlichere Ueberzeugung bewirkt wird. Andere Methoden zur Bestimmung der „Vergrößerung" eines astronomischen Refractors durch Ermittlung der respectiven Brennweiten des Objectivs und Oculars, und also ihres Quotienten, als der vorn nachgewiesenen „Vergrößerungszahl," gebe ich in Fernrohr (S. 440) an. Von der somit nachgewiesenen Nothwendigkeit, sich das Urtheil über die „Vergrößerung" gleichsam erst zu bilden, rührt denn aber auch die Ueberraschung solcher Personen, welche wenig mit Fernröhren umgehen, her, die Vergrößerung unter ihrer Erwartung zu finden; nur erst eine vielmalige Wiederholung des beschriebenen Versuchs, den ich daher nicht genug empfehlen kann, trägt zur Berichtigung jenes Urtheiles bei; denn „Sehen" unter veränderten Verhältnissen ist auch eine Kunst, die erlernt seyn will; — und mit dieser angemessenen Bemerkung schließe ich den gegenwärtigen Vortrag über „Vergrößerung."

Vergrößerungsglas, s. Mikroskop.

Vernier; einen lateinischen Ausdruck für diese, den Römern noch unbekannt gewesene Meß-Erleichterungs-Einrichtung mögen sich die Leser selbst bilden, vielleicht, da es sich, vergl. die Anmerkung, dabei doch nur um den Eigennamen des Erfinders handelt, „Venierus;" *Vernier.** Eine, sowohl bei geradlinigen, als bei Kreistheilungen anzubringende Einrichtung der Subdivision, um auch noch kleinere, bei jener Theilung selbst nicht mehr ausgedrückte Theile angeben zu können.

Sey zunächst ein „geradliniges," z. B. in Fuße und Zolle getheiltes Maß, wie namentlich die, meistens mit „Vernier" versehene Barometer-Skala, oder überhaupt ein solcher Maßstab gegeben, und man wolle damit auch noch Linien abmessen, ohne jedoch diese feinere Unterabtheilung auf den ganzen Maßstab auszudehnen, so bringt man an diesem Maßstabe eine, längs desselben verschiebbare kleinere Regel, gewöhnlich eine Metallplatte an, auf welcher, um in unserem Beispiele zu bleiben, 11 Zoll in 12 gleiche Theile getheilt sind, demgemäß jeder solcher Theil $^{11}/_{12}$ Zoll Duodecimalmaß, also (11 Zoll = 132 Linien) 11 Linien faßt, und welche Platte nun eben der „Vernier" heißt. Will man sodann mit dem also verständigten Maßstabe auch noch die, über die Fuße und Zolle hinaus liegenden Linien messen, so bedarf es, wie man leicht einsieht, dazu nur der Verschiebung des Verniers längs der größeren Theilung, indem, wenn dabei der erste Theilstrich des Vernier eben mit einem Zollstriche zusammentrifft, sein zweiter Theilstrich vom nächst folgenden Zollstriche offenbar um (12 − 11 =) 1 Linie, sein dritter vom sodann folgenden Zollstriche um 2 Linien u. s. w. absteht, wonach also die verlangte Schätzung ° überschießender Linien sogleich zu machen ist.

* Dieser Name rührt vom Erfinder Vernier (Peter), Kapellan zu Dornens in Franche-Comté, um 1630 her. — Man belegt die Einrichtung, wie nicht weniger wir selbst (Bd. II. S. 233 unseres Werkes) gethan haben, oft auch mit dem Namen „Nonius," nach dem 1577 verstorbenen Professor der Mathematik zu Coimbra, Nunnez oder „Nonius," welcher eine, zwar von dem nämlichen Grundprincip der Subdivision ausgehende, in der Ausführung aber (vgl. oben) sehr abweichende, viel mühsamere Construction angegeben hat.

° Ich brauche diesen Ausdruck, weil zur gänzlichen Genauigkeit doch auch noch die Gewißheit der vollkommenen Coincidenz der respectiven Theilstriche gehören würde, worüber die Einrichtung und das Verfahren Zweifel übrig lassen dürften.

Wäre dagegen von einer Kreistheilung in Graden und Minuten die Rede, und wollte man darüber auch noch Secunden haben, so theilt man, ähnlichermaßen, auf dem „Vernier“ 59 Minuten des Limbus in 60 gleiche Theile,* daß also jeder Theil (60 : 59 = 1 : $^{59}/_{60}$) $^{59}/_{60}$ einer Minute, d. i. 59 Secunden enthält, und verfährt übrigens mit der Verschiebung ganz wie vorher. In dieſer Art findet ſich der „Vernier“ beſonders ſinnreich beim Meridiankreiſe angewendet, worüber man dieſen Artikel vergleichen kann.

Dagegen iſt der „Nonius,“ auf welchen ich hier zurückkommen wollte, wie oft man denſelben, bemerktermaßen, mit dem „Vernier“ verwechſelt, eine, zwar allerdings auch auf das Princip der Subdiviſion bezügliche, jedoch in der Ausführung von dem letzteren Inſtrumente ganz verſchiedene Einrichtung, indem Nunnez der ſo ſchönen, einfachen Verniertheilung vielmehr eine Menge concentriſcher Kreiſe ſubſtituirt, woraus eine ſolche Complication entſteht, daß ſchon der uns bekannte Däniſche Aſtronom Tycho de Brahe den Gebrauch dieſes „Nonius“ verwarf, weßhalb ich ebenfalls nicht weiter darauf eingehe. Ausführlicher, endlich und ſchließlich, aber, als es mir hier nothwendig geſchienen hat, findet ſich der ganze Gegenſtand behandelt in Mayer's (Sohn des uns nicht weniger vielfach bekannt gewordenen großen deutſchen Aſtronomen Tobias Mayer) „Practiſche Geometrie.“ 3te Aufl. Göttingen. 1802. 4 B. kl. 8., namentlich I. 276 flgd.

Verſuch; Experimentum; *Expérience.* Erfahrungen, welche wir vermittelſt unſerer (bewaffneten oder unbewaffneten) Sinne an den Körpern anſtellen, heißen, im Gegenſatze bloßer Beobachtungen, bei denen wir (vergl. d. A.) die Körper in ihrem Zuſtande laſſen. „Verſuche,“ wenn wir dieſe Körper vielmehr abſichtlich in einen andern Zuſtand verſetzen, um zu ſehen, wie ſie ſich darin verhalten werden. Nun kann der Aſtronom zwar, wie im citirten Artikel richtig bemerkt wird, in dieſem Sinne „Verſuche“ mit den durch ihn nicht veränderbaren Himmelskörpern, als dem Hauptgegenſtande ſeiner Bemühungen, nicht anſtellen, und muß ſich hinſichtlich ihrer vielmehr auf die bloße Beobachtung beſchränken; — wenn jedoch z. B. Newton das nicht weniger vor das Forum der Aſtronomie gehörige weiße Sonnenlicht durch ſein Prisma (vergl. Achromatiſch, S. 31) in Farben ſpaltet, und ſomit einer „Veränderung“ unterwirft, oder wenn (der bekannte Franzöſiſche Aſtronom) Arago das Licht der Kometen (ſ. d. A. S. 952) analyſirt, um ſeine Polariſation (auch eigener Art.) nachzuweiſen u. ſ. w. u. ſ. w.: ſo ſind dieß allerdings „Verſuche;“ und der Begriff darf alſo von der Aſtronomie nicht ganz abgewieſen werden. In weitläuftigere Erörterungen darüber brauche ich hier jedoch nicht einzugehen, da die in jenem Artikel Beobachtung vorgeſchriebenen Regeln ſich nicht weniger auch auf die Anſtellung der „Verſuche“ und die daraus zu ziehenden Folgerungen anwenden laſſen; und ich begnüge mich daher jetzt mit Beibringung einiger Literar-Notizen. Treffliche Winke über die Kunſt des Verſuchs hat aber unter den Neueren beſonders Baco (auch Bacon, Franz, Baron von Verulamio, Viscount von St. Albans, Canzler von England, †. 1626) gegeben, in ſeinem „Novum Organum scientiarum“ (viele Ausgaben; vor mir liegt eine: Würzburg. 1779. 8. Deutſch durch Brück: „Baco's neues Organ der Wiſſenſchaften.“ Lpzg. 1830. gr. 8.); ferner in „De augmentis scientiarum.“ Leiden. 1652. 12. (eine neuere lateiniſche Ausgabe kenne ich nicht, wohl aber eine deutſche Bearbeitung von Pfingſten. Peſth. 1783. 8.) und in „De interpretatione naturae“ (davon ich in meinen

* Die Verniertheile könnten umgekehrt auch größer als die Theile des Limbus genommen werden; es muß die Anzahl der Verniertheile allgemein ſo groß als das Verhältniß der verlangten Unterabtheilung, und die entſprechende Anzahl von Limbustheilen um 1 kleiner oder größer ſeyn. Iſt z. B., wie oben, von Zollen und Linien (Duodecimalmaß) die Rede, ſo müſſen 11 oder 13 Zoll auf dem Vernier in 12 Theile getheilt ſeyn, indem man im erſtern Falle ($^{11}/_{12}$) ſo gut, wie im letzteren ($^{13}/_{12}$) Linien erhält.

Notizen eine bestimmte Ausgabe nicht nachgewiesen finde). Praktische Anweisung zur Anstellung von Versuchen ferner ertheilt der Französische Naturforscher Nollet „L'art des expériences.“ Paris. 1770. 3 B. 12., womit man die Arbeit eines andern Französischen Gelehrten, Senebier, „L'art d'observer et de faire des expériences.“ 2te Aufl. Genf. 1802. 3 B. 8. Deutsch nach der 1sten Aufl. durch Gmelin. Lpz. 1776 — verbinden kann. Mehr mit dem Auge des Astronomen faßt die (Beobachtungs- und) Versuchskunst auf John Herschel (Sohn des großen Herschel) in seinen „Preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy“ (die Einleitung zu Lordner's „Cabinet Cyclopaedia“ bildend), davon eine deutsche Bearbeitung: „Ueber das Studium der Naturwissenschaft.“ Von Herschel. Deutsch von Henrici. Götting. 1836. 8., mit deren Namhaftmachung ich denn den Artikel beschließe.

Vertical, s. Lothrecht.

Verticalkreis, s. Scheitelkreis. Indeß ist zum letzteren Art. hier nachträglich zu bemerken, daß der Ausdruck „Vertical- (Scheitel-) Kreis“ zuweilen auch von denjenigen Instrumenten gebraucht wird, deren man sich bedient, um die Höhen der Gestirne im Verticalkreise selbst zu messen, zu welchem Behufe dann besonders der (bewegliche) Quadrant oder auch der Multiplicationskreis (vergl. beide Art., letzteren S. 201) angewendet wird.

Vesta; Vesta; *Vesta.* Einer der (jetzt* zusammen 7, nämlich: Asträa, Ceres, Hebe, Iris, Juno, Pallas und Vesta) kleinen Planetchen (Planetoiden, s. d. A.), welche die unermeßliche Aetherkluft zwischen Mars und Jupiter in demjenigen, nahe gleichen, Abstande von der Sonne erfüllen, den sie nach der Wurm'schen Reihe (vergl. d. A. oder auch schon Ceres, S. 165) einnehmen müssen. Entdeckt wurde Vesta am 29sten März 1807 durch den würdigen, jetzt verewigten, uns aus dem Art. Pallas näher bekannten Bremer Astronomen Olbers.* Ich bemerke gleich, daß dieses Planetchen der kleinste unseres ganzen Systems ist; nach Schröter's (des Lilienthaler Astronomen) Messungen beträgt der Durchmesser der Vesta (vergl. hinten) nur 50 Meilen. Dieser Kleinheit unerachtet erscheint sie zuweilen äußerst glänzend, welches einer besondern Naturbeschaffenheit ihrer Oberfläche zugeschrieben werden muß. Das für diesen Planetoiden gewählte Zeichen ist ⏢, wodurch (Littrow) „der Altar der Göttin Vesta mit dem ewigen Feuer vorgestellt werden soll.“

Die Elemente der Vesta ferner finden sich folgendermaßen angegeben:

* Ich sage „jetzt,“ weil die größte Wahrscheinlichkeit zur Auffindung noch mehrerer „Planetoiden“ vorhanden ist,**

** Nachträgliche Anmerkung. In der That meldet man mir in diesem Augenblicke (26. Octbr.), daß der hinten näher erwähnte Englische Astronom Hind am 18ten October (1847) schon wieder einen solchen, also den achten Planetoiden entdeckt hat, welcher an scheinbarer Größe kaum einem Fixsterne neunter Ordnung gleicht, und auf Herschel's (John, Sohnes des großen Herschel) Vorschlag auch schon mit dem Namen Flora belegt worden ist.

wie ich denn diese Vermuthung lange vor Entdeckung der Hebe und Iris, auf welche beide solche Gestirne ich gegen Schlusse zurückkomme, schon in jenem A. „Planetoiden,“ S. 324, sehr bestimmt ausgesprochen habe. — Die Planetoiden sind, nach meiner Ansicht, „Uebergangsglieder von der ersten zur zweiten Gruppe der Planeten“ (S. 319); und es muß ihre Zahl, der weiteren Consequenz dieser Ansicht gemäß, also bedeutend seyn.

* Für Leser, welche gern Alles in Einer Uebersicht haben, und nach chronologischer Folge: Ceres ward entdeckt durch Piazzi am 1sten Januar 1801; Pallas durch Olbers am 28sten März 1802; Juno durch Harding am 1sten September 1804; Vesta wieder durch Olbers den 29sten März 1807; Asträa durch (den Driesen'er Astronomen) Hencke am 8ten December 1845; Hebe durch denselben am 1sten Juli 1847, und Iris endlich am 13ten August 1847 durch den Englischen Astronomen Hind.

1) Halbe große Axe der Bahn-Ellipse (die halbe große Axe der Erdbahn = 1) 2,3615 (49 Millionen Meilen), woraus nach der dritten Keplerschen Regel (Seite 911) die Umlaufszeit folgt:

Siderisch
3 Jahr 229 T. 17 St.
Tropisch
3 Jahr 229 T. 13 St.
Synodisch
1 Jahr 138 T. 23 St.

2) Epoche, d. h. mittlere Länge in der Bahn* (für irgend eine bestimmte Zeit, hier), für den 23sten Juli 1831 im mittleren Mittag Berlins 84° 47′ 3″.

3) Excentricität (halbe große Axe der Vestabahn = 1) 0,0886.

4) Länge des Perihels (in der Bahn) 249° 11′ 37″.

5) Länge des aufsteigenden Knotens** 103° 20′ 28″.

6) Neigung 7° 7′ 57″.

Dieß sind diejenigen sechs Data, welche man im strengeren Sinne als die Elemente der Bahn eines Planeten (vergl. d. Art. S. 301), und also hier der Vesta, anzuerkennen hat. In andern Werken finden die Leser jedoch, statt dieser sechs, vielmehr oft neun solche Daten, nämlich außer den voran specificirten auch noch 7) die mittlere Anomalie für den Moment der Epoche, 8) die mittlere tägliche Bewegung, und 9) die größte Mittelpunctsgleichung gegeben, welche aber sämmtlich nur Consequenzen jener 6 eigentlichen Elemente sind. Die mittlere Anomalie nämlich folgt offenbar aus der gleichzeitigen (2) mittleren Länge in der Bahn, wenn davon die (4) Länge des Perihels abgezogen wird* (ein rechnendes Beispiel unten bei der versprochenen nachträglichen Betrachtung des neuen Planetoiden Hebe): die mittlere tägliche Bewegung ist nichts als der Quotient des Vollkreises (360°) um den Brenn- (Kraft-, Central-) Punct des Bahnlaufes durch die

* Für Leser, wie ich Sie mir denke, nicht für Astronomen, hier eine Bemerkung. Solche Leser müßten mich nämlich fragen: wie kann man diese „Epoche," worunter man (vergl. d. Art. S. 333) doch den, beim Ausgange von einem gewissen Bahnpuncte mit mittlerer (durchschnittlicher) Geschwindigkeit erreichten andern Bahnort des Planeten versteht, kennen, da die Beobachtung vielmehr nur zu wahren Längen verhilft?

Antwort: Die Beobachtung gibt allerdings zunächst nur wahre Längen in der Bahn, zugleich aber, mit Bezug auf die Länge des Perihels, auch wahre Anomalien, woraus (vergl. ebenfalls diesen Artikel) die mittleren Anomalien, d. h. die mittleren Abstände vom Perihel, und, da in diesem Puncte die mittlere der wahren Länge gleich ist, auch die verlangte mittlere Länge für den Moment der Beobachtung folgt, von welchem Momente man demnächst nur mit der mittleren Geschwindigkeit weiter zu rechnen braucht, um den mittleren Bahnort für jede andere Zeit (eben die „Epoche") zu haben.

** Ich setze hier nicht hinzu „in der Bahn," indem es bei dieser Länge einer weiteren Unterscheidung von der Länge in der Ekliptik nicht bedarf, da man, wie wir (z. B. aus dem Collectiv-Artikel Planetoiden, S. 327) wissen, in der Planetenbahn, vom aufsteigenden Knoten an, rückwärts einen der „Länge dieses Knotens" in der „Ekliptik" gleichen Bogen nimmt, und von dessen andern (westlichen) Endpuncte die Längen in der Bahn zählt, demzufolge die Knotenlänge in der Bahn und in der Ekliptik also gleich ist.

* Dieß setzt also eine größere mittlere Länge als Anomalie, d. h. das Perihel zwischen dem Anfangszählpuncte und dem Planeten, voraus; wäre umgekehrt letztere dagegen größer, so sind erst noch 360° hinzuzufügen. Ist z. B., um die Sache so übersichtlich als möglich zu machen, die Länge des Perihels 2°, des Planeten 1° (dieser also zwischen jenem und dem Anfangszählpuncte), so bringt der oben geforderte Abzug der Länge des Perihels (2°) von der Länge des Planeten (1°) — 1°, wozu 360° addirt werden müssen, wenn man die dann Statt findende Anomalie der 359° haben will.

(1) Umlaufszeit, und die größte Mittelpunctsgleichung (den größten, zwischen mittlerer und wahrer Anomalie auflaufenden Unterschied) endlich haben wir (Gleichung der Bahn, S. 645) lediglich als eine Function der (3) Excentricität kennen gelernt.

Was die Größe der Vesta anbetrifft, worauf ich hier zurückkommen wollte, so folgt ihre Oberfläche aus dem oben p. p. = 50 Meilen gefundenen Durchmesser = höchstens 10000 Quadratmeilen (0,001 der Erdoberfläche, s. Erde, S. 367), demgemäß sie daran selbst von unserem Monde, dessen Oberfläche (vgl. d. Art. S. 156) doch 700000 Quadratmeilen beträgt, noch 70 Mal übertroffen wird. Weitere Dimensionen gebe ich bei der Unsicherheit der betreffenden Messung nicht an; so viel ist indeß gewiß, daß die Masse der Vesta, gleich den Massen der übrigen Planetoiden, höchst unbedeutend seyn muß, da gar keine daher rührende Störungseinflüsse zu bemerken sind.

Von der Naturbeschaffenheit dieses Planetchens weiß man, mit Ausnahme der obigen, aus seinem unverhältnißmäßig starken Glanze hergenommenen Andeutung, Nichts; der Olbers'schen Hypothese der Entstehung der Vesta, sammt der übrigen Planetoiden, aus dem Zerbersten eines größeren Weltkörpers aber habe ich bereits in jenem Artikel S. 326 Erwähnung gethan. Allein diese Hypothese hat, wie ich auch schon l. c. hervorhebe, viel Gezwungenes und Zweckwidriges, da die Gottheit (der — Band I. S. 1018 flgd. — „Himmels-Architect") Ihre Welten nicht baued, um sie nachher wieder zerspringen zu lassen, jedenfalls aber dieß Zerspringen, der Grund sey nun, welcher er wolle, vorhistorischen Zeiten angehören müßte, da es doch gewiß höchst unwahrscheinlich ist, daß ein größerer Planet zwischen Mars und Jupiter hätte unbemerkt bleiben und erst in seinen vereinzelten Bruchstücken entdeckt werden sollen.

Etwas Weiteres habe ich über den speciellen Planetoiden Vesta nicht anzuführen, und komme daher zur Vervollständigung des General-Artikels Planetoiden, bevorwortetermaßen, nun zu den indeß wieder neu entdeckten beiden Planetoiden Hebe und Iris.

Die Entdeckung der Hebe verdanken wir abermals dem glücklichen Driesen'er Astronomen Dr. Hencke, welcher, angeführtermaßen, nicht weniger auch die Asträa aufgefunden hat, und der uns aus dem citirten Art. Planetoiden, S. 326, näher bekannt ist. Jene Entdeckung der Hebe gelang ihm am 1sten Juli 1847; und schon nach wenigen Tagen eigener Beobachtung * gaben die verdienten Berliner Astronomen Dr. Galle und D'Arrest, in Verbindung mit dem Director der dortigen Sternwarte, unserem berühmten Encke, eine Bahn dieses neuen Planetoiden an, deren Elemente** ich, wie ich sie in Nr. 606 der „Astronomischen Nachrichten" des Altonaer Astronomen Schumacher finde, hier folgen lasse:

* Meine Leser wissen nämlich aus mehreren Stellen unseres Werkes, namentlich noch erst aus Uranus (Seite 618), daß drei, aber wenigstens um einige Tage auseinander liegende, vollständige Beobachtungen, nämlich 3 gerade Aufsteigungen mit den zugehörigen 3 Abweichungen, also zusammen 6 Data hinreichen, um die (obigen) eben so vielen (6) eigentlichen Elemente einer Gestirnbahn daraus herzuleiten. — Ein schon versprochener Anhang dieses zweiten Bandes wird es noch näher zeigen.

** Ein später von den Berliner Astronomen, namentlich D'Arrest, aus Beobachtungen am 5ten und 21sten Juli und 6ten August 1847 berechnetes Elementensystem, welches sich von dem obigen vielleicht noch etwas, besonders in der Länge des Perihels, unterscheidet, mir aber in seinem ganzen Detail noch nicht bekannt ist, stellt, wie man mir eben meldet, die daraus abgeleiteten geocentrischen Himmelsorte der Hebe genau den Beobachtungen gemäß dar; der Calcül mit diesen Elementen rechnet die Himmelsorte der Hebe so her, wie sie die Beobachtung wirklich zeigt. — Schöner neuer Triumph von Gauß (des großen Göttinger Astronomen) öfter citirter „Theoria motus corporum coelestium," nach deren Anleitung jene Elementenbestimmung ausgeführt worden ist.

Elemente der Hebe.

1847. Juli 10. Mittlerer Berliner Mittag.

Mittlere Länge	288° 24′ 39″	Der praktische Astronom zeichnet dafür bloß:
Mittlere Anomalie	269° 52′ 41″	
Länge des Perihels	18° 31′ 58″ *	. . π.
„ „ aufsteigenden Knotens .	138° 36′ 15″	. . . Ω.
Neigung der Bahn	14° 46′ 43″	. . . i („Inclinatio").
Excentricitätswinkel **	10° 54′ 49″	. . . φ („Function"), wogegen die „Excentricität selbst nur durch e angedeutet wird.
Logarithmus der halben gr. Axe (worauf ich unten zurückkomme) . .	0,38000	. log a (a = „halbe große Axe"), zuweilen steht auch für die mittlere Länge nur M, und für die mittlere tägliche Bewegung μ.
Mittlere tägliche Bewegung	950″.	

* Die Leser sehen, wie ich hier rechnend zu zeigen versprochen hatte, daß die „mittlere Anomalie" aus der „mittleren Länge" erhalten wird, wenn man von letzterer die (wahre = der mittleren, da der wahre und mittlere Planet — vergl. d. Art. — im Perihel zusammen sind) „Länge des Perihels" abzieht, indem die obige mittlere Länge der 288° 24′ 39″ — der Länge des Perihels von 18° 31′ 58″ in der That die entsprechende „mittlere Anomalie" der 269° 52′ 41″ gibt. — Wenn ich für Astronomen, welche diese Anmerkung höchst überflüssig finden werden, schriebe, so würde ich dieselbe unterdrückt haben; ich schreibe aber für mein Publicum.

** „Excentricitätswinkel?" Die Excentricität selbst der Hebe (halbe große Axe der Bahn = 1) ist (also linear) 0,1891; betrachtet man diese Zahl aber als Sinus für die halbe große Axe als Radius (1), so gehört dazu wirklich der obige „Winkel" der 10° 54′ 49″, welchen der mittlere Radius vector (die halbe große Axe) mit der halben kleinen Axe (und der Excentricität selbst) an dem Umfange der Ellipse (der Planetenbahn) bildet, und welcher deßhalb der „Excentricitätswinkel" heißt, und als solcher bei der Berechnung des Planetenortes gebraucht wird.

Ist derselbe so klein, daß er unmittelbar den Ausdruck der linear gegebenen Excentricität in Bogen gewährt (daß der Sinus [die Excentricität selbst] und der zugehörige Winkel [Bogen] für einander gesetzt werden dürfen); so wendet man ihn diesergestalt an. Die Nothwendigkeit des Ausdruckes der Excentricität in Bogen (in Graden, Minuten, Secunden) erhellt aber (vergl. d. Art. S. 408) folgendergestalt: Was will man nämlich bei der hier beabsichtigten Berechnung eines Planetenortes aus den Elementen, besonders aus der „Excentricität," zunächst eigentlich wissen? Offenbar die wahre Anomalie (v) aus der mittleren Anomalie (m), wofür sich die Relation mit Zuziehung eben der „Excentricität" (e) durch (Gleichung der Bahn, S. 640) die Gleichung

$$v = m \pm 2e \cdot \sin m$$

gegeben findet. Hier sind nun aber v und m natürlich in Bogen ausgedrückt, und e muß es also auch seyn, damit das die „Excentricität" enthaltende zweite Glied mit seinem Zeichen, dem m, gleich hinzugefügt werden kann. Behufs dieser Convertirung hat man sich aber aus dem citirten Art. Excentricität daran zu erinnern, daß die linear = 1 gesetzte halbe große Axe (der Radius) in Bogen dagegen 206264 Secunden hält, und daß also, um die voran als Bruchtheil dieser halben

Den Namen „Hebe“ aber hat diesem neuen Planetoiden, auf Ansuchen des Entdeckers und mit Beistimmung des Berliner Astronomen Encke, unser, nur eben erst genannter Gauß beigelegt, auch das Zeichen ♀ dafür gewählt.

Ueber die Dimensionen desselben ist dagegen bei seiner außerordentlichen Kleinheit, welche noch keine Messung des Durchmessers zugelassen hat,* bis jetzt Nichts bestimmt, und noch weniger würde sich demnach über seine physische Beschaffenheit sagen lassen, daher ich die Betrachtung dieses neuen Planetoiden Hebe hiermit beende und gleich zur Iris, derentwegen auch schon Eingangs hierher verwiesen ist, übergehe.

Iris wurde entdeckt am 13ten August des laufenden Jahres (1847) durch den Englischen Astronomen Hind; und wieder war es der oben genannte fleißige D'Arrest, welcher nach den, von mir als nothwendig nachgewiesenen drei vollständigen Beobachtungen die nachstehenden, auf den Entdeckungstag reducirten Elemente dieses zweiten der beiden neuesten Planetoiden berechnete, und die ich nun gleich mit der voran dafür nachgewiesenen gewöhnlichen astronomischen Bezeichnung hier folgen lasse:

Elemente der Iris.**

Epoche 1847. Aug. 13. Mittlerer Berliner Mittag.

Mittlere Länge (M)	297° 56′ 17″.	
Länge des Perihelium (π)	38° 49′ 56″	*** m. Aeq.
Länge des aufsteigenden Knotens (☊) . . .	258° 52′ 25″	1847. Jan. 0.
Neigung der Bahn (i)	5° 22′ 16″.	
Excentricitätswinkel (φ)	14° 28′ 44″.	
Logarithmus der halben großen Axe (log a), nämlich halbe große Axe der Erdbahn = 1	0,38000.	
Mittlere tägliche Bewegung (μ)	950″.	

Wenn meine Leser diese mittlere tägliche Bewegung, gleichwie den Logarithmus der halben großen Axe mit denselben Elementen bei der Hebe, wie ich dieserwegen schon hierher verwiesen habe, vergleichen, so werden Sie dieselben gleich finden; das nämliche Verhältniß gleicher Abstände von der Sonne, und also gleicher Umlaufszeiten, hat aber (Planetoiden, S. 324) für Ceres und Pallas Statt; — und es veroffenbart sich hier also der höchst merkwürdige Umstand, daß Hebe und Iris in diesem Bezuge gerade eben so verschwistert sind, wie Ceres und Pallas.

Als Zeichen für seinen Planetoiden Iris hat Hind den Regenbogen durch die Linie des Horizonts begrenzt, mit einem Sterne im Halbkreise, nämlich so gewählt. Etwas Weiteres ist von diesem neuen Gestirn aber auch noch nicht zu berichten, und ich schließe daher hiermit den ganzen betreffenden Vortrag,

großen Axe (des Radius) = 0,189 gefundene „Excentricität“ auch in Secunden (in Bogen) zu haben, gesetzt werden muß

1 : 0,189 = 206264″ : x,

wodurch im Verhältnisse augenscheinlich Nichts geändert wird, und wodurch sich also, wie ich zeigen wollte, jene Nothwendigkeit des Bogenausdruckes der Excentricität deutlich ergibt.

* Doch sieht, wie mir eben der Entdecker selbst mittheilt, Asträa an scheinbarem Durchmesser der Hebe noch nach. — Die näheren Ermittlungen hierüber bleiben indeß billig einer späteren Zeit vorbehalten.

** Ein anderes, vom Assistenten an der Göttinger Sternwarte, Goldschmidt, berechnetes, mir eben zugehendes Elementensystem weicht nicht bedeutend von den obigen Ermittlungen ab.

*** Wegen der Bedeutung hiervon, welches heißen soll „mittleres Aequinoctium am Mittage des 31sten Decbr. 1846,“ muß ich verweisen auf Nachtgleiche, S. 208, und Planetoiden, S. 327.

indem ich in literarischer Hinsicht nur noch bemerke, daß ich selbst mit dem Plane eines eigenen Werkes über die Gesammtheit der Planetoiden umgehe, welches nach Vollendung dieses „Astronomischen Wörterbuches" an das Licht treten soll.

Vollmond; Plenilunium; *Pleine Lune.* Diesen Namen gibt man der Erscheinung der völlig erleuchteten Mondscheibe, oft auch der Zeit, zu welcher wir die Erscheinung sehen. Im Allgemeinen ist von dieser Sache zwar schon im Collectivartikel Mondphasen gehandelt worden, ich muß mich indeß über diese bestimmte Phase des „Vollmondes," gleichwie es über „Neumond" geschehen ist, ebenfalls speciell äußern.

Die sich (vgl. Scheibengestalt der Gestirne) aus ihrer Entfernung schon zur Scheibe verflacht darstellende Halbkugel des Mondes erscheint uns ganz erleuchtet, wenn dieß Gestirn bei seinem Umlaufe um die Erde in eine solche Stellung gekommen ist, da es die der Sonne zugekehrte Hälfte eben auch ganz gegen uns wendet; in dieser Stellung wird der Mond von der Erde aus der Sonne gerade gegenüber, d. i. in Opposition (vergl. d. Art.) mit ihr erblickt; seine (geocentrische) Länge (s. auch diesen Artikel) ist dann von der (geocentrischen) „Länge" der Sonne* um 180° verschieden; er geht alsdann (ich abstrahire von den Einflüssen der Parallaxe und Strahlenbrechung) ungefähr auf, wenn die Sonne untergeht, und dagegen wieder unter, wenn sie aufgeht, culminirt (wenigstens nur mit dem geringen Unterschiede, über welchen ich mich im schon citirten Art. Opposition, S. 235, erkläre) um Mitternacht, und ist demzufolge die ganze Nacht sichtbar. Dieselbe Lage hat zugleich stets der Erdschatten, welcher also nie anders als zur Zeit des „Vollmondes" dieses Gestirn treffen und dasselbe unter Mitbedingungen, welche sich in Finsterniß, S. 461, entwickelt finden, verfinstern kann.

Die Erscheinung des „Vollmondes" fällt (durchschnittlich: denn die Ungleichheiten des Mondlaufes können darin einige Zeitverschiedenheit hervorbringen) 14 Tage 18 Stunden 22 Minuten nach dem Augenblicke des Neumondes, indem wir die ganze Zeit von einem Neumonde bis zum nächsten (die Dauer der Lunation; besonderer Artikel) = 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten gefunden haben, wovon jener Betrag die genaue Hälfte abgibt. Der „Vollmond" halbirt nämlich, der Natur des Vorganges gemäß, die Reihe und die Zeit der Monderscheinungen (Mondphasen; wiederum eigener Artikel) dergestalt, daß vor seinem Eintritte der Mond zunehmend, und nachher dagegen abnehmend, vorher Abends sichtbar und Nachts untergehend, nachher Nachts aufgehend und bis zum Sonnenaufgange hin sichtbar ist.

Aufmerksameren Mondbeobachtern wird, wie ich gleich noch hervorhebe, aufgefallen seyn, daß die Mondflecken (Mond, S. 160): Berge, Wälle u. s. w., im „Vollmonde" ein ganz anderes Ansehen, als in den übrigen Phasen haben. Dieß rührt daher, daß die Sonne beim Vollmonde besonders die um die Mitte der sichtbaren Mondscheibe stehenden Ungleichheiten fast senkrecht bescheint, daher sie viel kürzere Schatten werfen und man also wenig von dergleichen „Schlagschatten" gewahr wird, welches natürlich jenes veränderte Ansehen bewirken muß.

Nicht weniger überrascht es, den Vollmond Winters im Meridian so sehr viel höher, als Sommers zu finden. Allein da der „Vollmond," angeführtermaßen, der Sonne gerade gegenüber

* Ich füge, obwohl sich dieß von selbst zu verstehen scheint, doch „geocentrisch" hinzu, indem ich, wofern ich mich dagegen auf die Sonne bezöge, vielmehr sagen müßte: Vollmond tritt für uns ein, wenn die heliocentrischen Längen des Mondes und der Erde gleich sind, d. h. wenn der in der Sonne angenommene Beobachter den Mond und die Erde beisammen im nämlichen Breitenkreise (im nämlichen, vom Pole der Ekliptik — senkrecht — auf die selbst herabgelassenen Viertelkreise), d. h. in Conjunction findet. — Diesen Gesichtspunct für den Vorgang stelle ich hier übrigens (vergl. wieder Opposition, S. 235) nicht ohne Absicht auf.

steht, die Sonne bei uns aber im Winter einen tiefen und im Sommer einen hohen Stand hat, so ist es (wieder Mond, S. 150) natürlich, daß für den Vollmond gerade das umgekehrte Verhältniß eintreten muß.

Endlich will ich noch zeigen, wie man sich die Zeit des Eintrittes des Vollmondes selbst berechnen kann. Die Leser werden mir zwar einwenden, diese Zeit sey ja schon in jedem Kalender angegeben; allein ich hatte z. B. im Januar v. J. (1846) gerade keinen Kalender, sondern nur Mond- und Sonnentafeln zur Hand, und mußte doch den ersten „Vollmond" dieses Jahres sogleich wissen; wie fängt man Das wohl an? — Wir wissen aus dem Vorangehenden, daß der Vollmond eintritt, wenn der wahre Längenunterschied zwischen Sonne und Mond eben 180° beträgt. Nun ersah ich aus den Tafeln, daß die wahre Länge der Sonne am 12ten Januar dieses Jahres, Berliner Mittag, . . 291° 56′,
die wahre Länge des Mondes zur selbigen Zeit aber . 110° 37′,
und der Längen-Unterschied also . . . . . 181° 19′
sey; — wann, war demnach die Frage, wird dieser Unterschied eben = . . . 180° —,
d. h. in wieviel Zeit (x) wird der Mond der Sonne, welche ihm hier in Länge voraus ist, um den dazu noch fehlenden . . . . . 1° 19′
näher gerückt seyn? Die nämlichen Tafeln belehren mich aber, daß die Länge des Mondes an diesem Datum vom Mittage, wo sie die obigen 110° 37′ betrug, bis Mitternacht auf . . . . . 116° 33′,
also in 12 Stunden um . 5° 56′
wächst; und ich habe also die Proportion

5° 56′ : 12 Stunden = 1° 19′ : x

356 Bogenmin. : 12 St. = 79′ : x,

woraus x nahe = 2 Stunden 40′ kommt, und welches also zeigt, daß der gesuchte Vollmond am 12ten Januar 2 Stunden 40 Minuten Nachmittags eintritt.* — Dieß wird, vergl. die Anmerk., hinreichen; und ich beschließe also damit den Art. „Vollmond," indem ich nur noch in literarischem Bezuge bemerke, daß sich Näheres über diese Berechnung der (Neu- und) Vollmonde in des verewigten Wiener Astronomen Littrow „Calendariographie." Wien. 1828. gr. 8. S. 248 und 529 findet, gleichwie ich selbst aus des uns mehrfach bekannt gewordenen Gothaer Astronomen v. Zach „Correspondence astronomique" Band XI. S. 120 dazu dienende Tafeln am Schlusse des Art. Mondphasen beigebracht habe.

Volumen, körperlicher Inhalt, Umfang; Volumen; *Volume*. Die Größe des Raumes, welchen ein Körper einnimmt; — in unserem astronomischen Sinne namentlich dieser von einem Weltkörper im Universum eingenommene Raum. Auf die gewöhnlichen metaphysischen Erörterungen, womit man die Betrachtung über „Raum" anzuheben pflegt, habe ich hier nicht einzugehen; Jedermann versteht mich vollkommen, wenn ich

* Eine genauere Rechnung gibt 2 St. 55′. Denn ich habe oben, wie man sieht, die Sonne stillstehend angenommen, da sie doch indeß in Länge gleichfalls Etwas vorrückt. Dieses Vorrücken beträgt binnen 24 Stunden ziemlich 1°; und ich hätte also erst ferner fragen sollen, wie viel trägt dieß auf die zunächst gefundenen 2 St. 40′ aus, und welche Zeit gebraucht also der Mond sodann noch, um auch dieß Stückchen Weges (Länge) zurückzulegen, und der also weiter gegangenen Sonne doch bis auf die 180° nahe zu kommen? — Das Detail letzterer Corrections-Rechnung will ich jedoch meinen Lesern selbst anheim geben, indem ich Sie hierdurch wenigstens im Allgemeinen schon überzeugt habe, daß, da der Mond demnach auch noch etwas weiter gehen muß, zugleich etwas mehr Zeit (nämlich die 2 St. 55′ statt der 2 St. 40′) erfordert wird. Oder ich überlasse gelehrteren Lesern auch, gleich nur die Differenz der Mond- und Sonnenbewegung einzuführen, welches ich nicht gewollt habe, weil mein Vortrag dadurch vielleicht an der von mir besonders beabsichtigten Anschaulichkeit verloren haben würde.

z. B. sage, die Kugel (der Körper) des Jupiter (S. 820) sey so groß, übertreffe die Erdkugel an „Volumen“ so sehr, daß man aus ihr 1300 dieser letzteren an ihrem körperlichen Inhalte („Volumen“) gleiche Kugeln schneiden könne. Dieß reicht unter unserem Gesichtspuncte über den Begriff von „Volumen“ an sich vollkommen hin, indeß sich die Beziehung von „Volumen“ zur Dichte, d. h. zur mehreren oder minderen, in diesem Volumen enthaltenen Materie (der gedrängteren oder lockereren Distribution der Atome durch das „Volumen“), und zur Masse (zum Gewichte des den betreffenden Raum einnehmenden Körpers), in diesem letzteren Artikel Masse vollständig auseinander gesetzt findet.

Vorrücken der Nachtgleichen; Praecessio s. Anticipatio* aequinoctiorum; *Précession des équinoxes.* Man bezeichnet mit diesem Namen diejenige scheinbare Bewegung (zunächst, vergleiche d. Anmerk.**) aller „Fixsterne“, durch welche die Länge eines jeden derselben, bei unveränderter gegenseitiger Stellung, jährlich etwann um $50^1/_3$ Secunden, oder in $71^1/_2$ Jahren um einen vollen Grad vergrößert (und somit zugleich gerade Aufsteigung und Abweichung verändert***) wird (und nur die Breite ganz unverändert bleibt).

Wir wissen, daß die „Längen“ und „geraden Aufsteigungen“ der Gestirne vom (Widder-, d. h.) Frühlings-Nachtgleichenpuncte (vergl. d. A.), und auf welchen ich mich daher allein zu beziehen brauche, an gezählt werden, und daß sich dieser Punct dadurch bezeichnet findet, daß (S. 586 d. citirten Artikels) die Sonne (ihr Mittelpunct), wenn sie sich eben in demselben (im Frühlingspuncte) befindet, gar keine Abweichung zeigt. Beobachtet man nun alljährlich zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche (s. auch den Artikel Nachtgleiche, Zeit der), da dieser Sonnen-Eintritt in den gedachten Frühlingspunct erfolgt, an mehreren Tagen hinter einander die Mittagshöhen der Sonne, so werden sich dabei entweder zwei folgende Mittage finden, an deren einem die Sonne noch südliche, am andern aber schon nördliche Abweichung hat; oder es wird zuweilen auch vorkommen, daß die Abweichung gerade im Mittage 0 ist; und wenn man also (in einem solchen Jahre und) an einem solchen Tage die Sonne mit einem Fixsterne vergleicht, so erhält man dadurch alsbald die gerade Aufsteigung des Fixsterns (und damit die Lage des Frühlingspunctes)*, aus welcher „geraden Auf-

* Sprachliche Bemerkung. Aus unten folgenden Gründen besser „*Retrogressio*,“ gleichwie man statt „Vorrücken,“ wenn man einmal nicht „Rückrücken“ einführen will, doch bloß „Fortrücken“ oder „Verrücken sagen sollte, wobei wenigstens nicht eine falsche Richtung bezeichnet würde, indem „Fortrücken“ nur Ortsveränderung, abgesehen von der Richtung, ausdrückt.

** Eigentlicher, wie wir unten näher sehen werden, aller Gestirne, da die Längen z. B. der Planeten nicht weniger von der „Nachtgleiche“ (dem Frühlingspuncte) an gezählt werden.

*** Man könnte gleich fragen, warum hier „verändert,“ im Gegensatze des vorangehenden „vergrößert,“ steht? Allein es „vergrößert“ sich beim Vorrücken der Nachtgleichen in der That unausnamentlich nur die Länge; die gerade Aufsteigung und Abweichung dagegen „vergrößern“ sich, wie wir unten näher sehen werden, zwar bei einigen Sternen, verringern sich aber bei andern.

* Nehmen wir demnach an, der obige Fall, daß die Sonne (ihr Mittelpunct) gerade im Mittagsaugenblicke, z. B. des 21sten März, als dem gewöhnlichen Termine ihres Eintrittes in den Frühlingspunct (des Frühlingsanfanges), gar keine Abweichung gezeigt habe, also eben genau in diesem Puncte gewesen sey; so brauchte man zum selbigen Augenblicke nur die Sternuhr auf 0 zu stellen, und dann die Culminationszeit irgend eines folgenden (östlicheren) Fixsterns zu beobachten, und war hiernach gewiß, daß, wenn diese Culmination z. B. um 5 Uhr Abends erfolgte, die gerade Aufsteigung desselben Sterns (5 . 15 =) 75^0 betrage, und der Frühlingspunct demgemäß

steigung“ sodann die Länge des Sterns für die nämliche Zeit folgt. Wiederholt man aber dieselbe Beobachtung nach Einem oder einigen Jahren, und wo also der nämliche Umstand, daß die Sonne beim Frühlingseintritte eben im Mittage gar keine Abweichung zeigt und damit den Frühlingspunct bezeichnet, wieder Statt hat, so findet man eine Zunahme jener früher ermittelten Länge desselben Fixsterns, und zwar von den Eingangs angegebenen (durchschnittlichen)* $50^1/_3$ Secunden auf jedes Jahr. Die Beobachtung läßt den Vorgang so erscheinen, als wenn sämmtliche Fixsterne (in, oder) parallel mit der Ekliptik nach Osten (nach der Folge der Zeichen, s. d. A.) fortrückten, wobei sich demnach, angeführtermaßen, ihre Länge, gerade Aufsteigung und Abweichung sämmtlich verändern, und nur ihre Breite ganz unverändert bleibt: sie scheinen, nach der bezeichneten Richtung, in Kreisen fortzugehen, welche der Ekliptik parallel sind, so daß es das Ansehen gewinnt, als drehten sich die Sterne um die Pole der Ekliptik. Dieß kann nun entweder von einem wirklichen Vorrücken der Fixsterne ostwärts, „rechtläufig“ (nach der Linken), oder einem Rückrücken des Frühlings-Nachtgleichenpunctes, von welchem an, wie gesagt, die Längen der Gestirne (vergl. d. A.) gezählt werden, westwärts (nach der Rechten hin) herrühren.

Man stelle sich Fig. 4. der Tafel XXII. unter EL die Ekliptik, unter AQ den Aequator vor, deren beider Durchschnitts- (der „Frühlings“- „Widder“-) Punct ♈ den Anfangszählpunct der Ekliptik abgibt. Wenn nun z. B. der Stern gamma im Bilde des Widders, dessen Länge vor etwann 2000 Jahren, da er senkrecht über ♈ stand, = 0 war, jetzt eine Länge von mehr als 30° oder 1 Zeichen zeigt, so kann dieß also entweder daher kommen, daß dieser Stern parallel mit der Ekliptik vorwärts (östlich, nach der Folge der Zeichen, links) um 30° von gamma bis g gerückt ist, indeß ♈ fest auf 0 blieb; oder aber der Stern kann auch unverrückt die durch gamma bezeichnete Stelle behauptet haben, und nur der Frühlingspunct ♈ dagegen in der Ekliptik eben so weit von 0 bis ♈ zurück (westlich, wider die Folge der Zeichen, rechts) gegangen seyn.

Es wird beim heutigen Zustande der Astronomie keinem Menschen mehr einfallen, jenes Erstere anzunehmen, da man hierbei unzählbaren und unermeßlich weit entfernten Sternen (Sonnen) eine gemeinschaftliche Bewegung, mit Beziehung auf die gegen sie, ganz unbedeutende Erdkugel beilegen müßte. Hingegen wird Alles äußerst einfach, wenn man die ganze Erscheinung aus der angegebenen bloßen Verrückung des Punctes ♈ (des so bezeichneten „Widderpunctes“) von 0 gegen r erklärt. So muß man auch den Vorgang nach dem Systeme des Copernikus (vergl. d. zweite folgende Anmerkung und hinten, wo ich hierauf zurückkomme): „De revolutionib. orbium coelestium libri VI.“ (mehrere Ausgaben; die erste. Nürnberg. 1543. Fol.) III. 1. nothwendig ansehen. Nun geht zwar die Richtung von 0 nach r, wie gesagt, rechts, also wider die Folge der Zeichen, und man sollte also, weßhalb ich eben gleich Eingangs hierher verwiesen habe, diese Bewegung des Widderpunctes (der Frühlingsnachtgleiche, oder, da die gegenüberliegende Herbstnachtgleiche die Bewegung natürlich theilt, beider Nachtgleichen) vielmehr ein „Rückwärtsgehen“ (Retrogressio; Rétrogression) nennen; indeß ist der dafür ge-

auf dem Aequator in 75° (westlichen) Abstandes von diesem Sterne liege. — Noch andere Methoden im Art. Fundamentalsterne; für eine bloße deutliche Einsicht von der Sache reicht jedoch die hier gewählte Darstellung vollkommen hin, und das Weitere ergibt sich nun oben.

* Die Nachtgleichen verrücken sich nämlich (s. Gleichung der Nachtgleichenpuncte und auch gleich hinten), aus den nachher noch näher zu entwickelnden Gründen, nicht alljährlich um ein gleich großes Maß, und die obigen $50^1/_3''$ sind daher in der That nur das „Durchschnitts“-Ergebniß einer Reihe von mehreren Jahren, für welche eine Compensation der Wirkungen vergrößernder und verkleinernder Einflüsse angenommen werden muß.

wählte Ausdruck des „Vorrückens“ einmal eingebürgert, so daß es dabei wohl wird bleiben müssen.

Hipparch* von Nicäa fand, wie uns Ptolemäus im 7. Buche seines „Almagest“ berichtet, schon 128 vor Christus die Längen der Sterne, in Bezug auf die Aequinoctialpuncte, über 2° größer**, als sie die älteren Astronomen Timocharis und Aristylles um 290 vor Christus, also etwann 160 Jahre früher (ich habe gleich Eingangs die Längenzunahme auf 1° in 71½ Jahre angegeben) ermittelt hatten; und die nämliche Zunahme der Längen zeigte sich ihm bei Vergleichung seiner Beobachtungen mit den noch älteren des (griechischen) Astronomen Eudoxus (eines Zeitgenossen von Plato). Seit dieser Zeit bis jetzt, also seit etwann 2 Jahrtausenden, haben die Längen der Sterne um ziemlich

* Hipparchus aus Nicäa in Bithynien, und daher von manchen Schriftstellern auch *Hipparchus Bithynus* genannt, einer der ausgezeichnetsten, wo nicht der größte unter allen Astronomen des Alterthums, und über welchen ich hier biographische Notizen versprochen hatte, lebte zu Rhodus und Alexandria im vorletzten Jahrhunderte vor Christus, und darf als der erste Anordner systematischer Behandlung der astronomischen Wissenschaften betrachtet werden. Seine Arbeiten in der Theorie des Mondes sind schon in diesem Art. S. 171 angeführt; er machte sich aber nicht weniger verdient um die Theorie der Sonne, entdeckte die Zeitgleichung (s. Gleichung der Zeit), das hier in Rede stehende „Vorrücken der Nachtgleichen“ u. s. w., und verfertigte den ersten Sternkatalog (s. Fixstern-Verzeichnisse, S. 574). Von seinen vielen Schriften haben sich nur einige Abhandlungen, abgedruckt in des Jesuiten Petavius „Uranologion.“ (Paris. 1630. Fol.), erhalten; den Sternkatalog aber hat Ptolemäus in seinen, bekanntlich ganz auf uns gekommenen „Almagest“ aufgenommen. — Eine ausführlichere Darstellung, als sie mein Werk geben kann, der astronomischen Wirksamkeit dieses ausgezeichneten Weltweisen schließlich beim Lalande „Astronomie.“ §. 351 flgd., wo sie aber 4 volle Quartseiten einnimmt.

** Pontécoulant „Théorie analytique du système du monde“ (Paris. 1829. 4 B. gr. 8. II. 198.): „*Hipparque* paroît être le premier parmi les astronomes, qui ait remarqué que les étoiles ne sont pas fixes, relativement à nous, et que leur position rapportée à l'écliptique, varie dans les différens siècles. En comparant ses propres observations à celles de Timocharis, faites 160 ans auparavant, il s'aperçut que, dans ce mouvement, leur hauteur au-dessus du plan de l'écliptique restoit la même, en sorte que leurs *latitudes* n'étoient *point alterées*, tandis que leurs *longitudes*, rapportées à l'équinoxe *augmentoient* chaque année d'une quantité à peu près constante pour toutes les étoiles. Il conclut de là que la sphère céleste a un mouvement autour des pôles de l'écliptique, d'où résultent les changements observés en même tems dans les *ascensions droites* et les *déclinaisons* des étoiles, et l'invariabilité de leurs distances à ce même plan de l'écliptique, comme l'observation l'indique. *Copernic* (vergl. oben) occupé toute sa vie à substituer aux mouvements apparents des astres, leurs mouvements réels, et à redresser les erreurs nées des illusions de nos sens et d'un sentiment exagéré de l'importance de notre petite terre, reconnut que tous ces phénomènes pourroient s'expliquer en supposant (vergl. hinten) aux pôles de la terre un mouvement circulaire de rotation autour des pôles de l'écliptique. Pendant ce mouvement, l'inclinaison de l'équateur à l'écliptique reste la même; mais ses *noeuds*, ou les équinoxes, rétrogradent uniformément de 50″ par an, d'où résulte par conséquent un accroissement égal des longitudes des étoiles rapportées à ce point. C'est en cela que consiste le phénomène désigné sous le nom de la *précession des équinoxes*.“ — und welches manche Leser hier wohl sehr gern auch noch mit den Worten des Französischen Analytikers dargestellt finden.

$\left(\frac{2000}{71\frac{1}{2}}\text{ nahe} =\right)$ 30° zugenommen. Sehr sinnlich wird Dieß an den Sternbildern des Thierkreises (vergl. d. A.), welche jetzt nicht mehr in den (auch 30° enthaltenden) „Zeichen“ oder Theilen der Ekliptik stehen, wo sie sich ehedem befanden, wie denn z. B. (vergl. d. A. Ekliptik) das Sternbild des Widders, welches sonst wirklich das erste Zeichen einnahm, jetzt durch die Fische verdrängt und in das zweite früher vom Stier behauptete Zeichen gerückt ist, der seinerseits gegenwärtig im dritten steht u. s. w. Daher hat man die wirklichen oder „ungebildeten“ Zeichen des Thierkreises (Dodecatemoria) von den „gebildeten“ (Asterismi; Astérismes) d. i. von den Sternbildern, deren Namen sie nur noch führen, wohl zu unterscheiden *.

Die (mittlere, die durchschnittliche) Größe dieses „Vorrückens der Nachtgleichen“, d. h. die daher rührende Längenzunahme der Fixsterne, bestimmt man, wie wir dieses vortreffliche Verfahren mit Hipparch schon oben angewendet haben **, also aus der Vergleichung möglichst weit auseinander liegender Beobachtungen. So findet sich die Länge der Kornähre der Jungfrau (Spica, α Virginis) angegeben

durch Hipparch („Almagest.“ VII. 2.) 128 vor Chr. 5 Z. 24° 0′,
durch Lalande („Astr.“ zweite Aufl. §. 915) . 1750 nach Chr. 6 Z. 20° 21′,

Unterschied
in . . 1878 Jahren . 0 Z. 26° 21′,

welches, im Durchschnitte, auf 1 Jahr 50½″ austrägt. Andere Vergleichungen geben ein, jedoch sehr wenig verschiedenes Resultat (ich habe in Jahr, S. 800. 50″, 1 angewendet), so daß Lalande (l. c.) im Mittel bei 50⅓″, und für das Jahrhundert demnach bei 1° 23′ 54″ stehen bleibt.

Betrachtet man, wie wir oben gethan haben, dieses wirkliche Rückrücken der Nachtgleichen zunächst wieder als ein Vorrücken der Fixsterne, demgemäß sie die angegebenen Kreise um die Pole der Ekliptik zu beschreiben scheinen, so vollenden sie diesen (scheinbaren) Umlauf (nach meiner Rechnung, mit Bezug auf die obigen Daten) in (71½ . 360 =) 25740 (nach Lalande, l. c. bei etwas veränderter Annahme, in 25972) Jahren. Man nennt diese Umlaufszeit insgemein das große oder Platonische Jahr, unter welchem Namen in einem eigenen Art. hierher verwiesen ist; allein die ältere Astronomie kennt mehrere solche Perioden; und der uns bekannte Französische Astronom Bailly weist in seiner „Histoire de l'Astronomie ancienne“ (deutsche Uebersetzung. Lpzg. 1777. gr. 8. Band II. 8ter Abschnitt. §. 15.) nach, daß Plato vielmehr seinem „großen Jahre“ nur eine Dauer von 12000 gewöhnlichen Jahren beilegt, so daß Er also, bei vorausgesetzter Beziehung auf das Vorrücken, angenommen haben müßte, daß dieses Vorrücken alle tausend Jahre ein volles Zeichen betrage; — die obige richtigere Bestimmung der Dauer des „großen Jahres“ kann also nur einem späteren Astronomen zugeschrieben werden.

Um sich das „Vorrücken der Nachtglei-

* Dieß will, vergl. Ekliptik, S. 298, also sagen: Das erste Zeichen („Dodecatemorion“) des Thierkreises (der Ekliptik), und welches dadurch bestimmt ist, daß sich immer der mittelst der oben angegebenen Beobachtungsmethode zu ermittelnde Frühlingsnachtgleichenpunct, als Anfangszählpunct, darin findet, führt zwar von Alters her noch den Namen des Sternbildes („Asterismus“) des Widders, wird aber, des Rückens jenes Punctes wegen, gegenwärtig vom andern Sternbilde der Fische eingenommen, indeß der Widder in der That schon im zweiten Zeichen steht, daher man also das Zeichen mit seinem Namen nicht mit dem wirklichen, durch seinen, in der That eingenommenen, Platz bezeichneten Sternbilde verwechseln darf; der Widder gibt zwar noch seinen Namen dem ersten Zeichen, hat aber seinen Platz jetzt wirklich schon im zweiten Zeichen. — Ich bin nicht ohne Absicht hierüber so ausführlich.

** Der Art. Jahr namentlich gibt S. 798 ein noch detaillirteres Beispiel von der Anwendung dieser Methode.

chen", mit nochmaligem Bezuge auf unſere ſchon oben benützte Figur (4 der Tafel XXII.), zu veranſchaulichen, muß man ſich die Ekliptik EL unbeweglich denken, und den Aequator AQ, welcher ſie in ♈ (und im gegenüberliegenden Herbſtpuncte) durchſchneidet, bei unveränderter Neigung von bekanntlich 23½° (ich abſtrahire von Aenderungen der „Schiefe"), langſam auf ihr nach aq zurück (wider die Folge der Zeichen) rücken laſſen. Daraus folgt denn natürlich, daß (vergl. Polarſtern, S. 334.) auch die (beiden Pole des Aequators) Weltpole in dieſer nämlichen Richtung, und dem nämlichen unveränderlichen Abſtande jener 23½° („wider die Folge der Zeichen" weſtwärts, „rückläufig"), um die Pole der Ekliptik (jeder um den betreffenden) gehen. Betrachtet man dagegen, um, vergl. vorn, dieſe Art von Vorſtellung nochmals hervorzuheben, die Weltpole (und demnach auch die Nachtgleichen) als unbeweglich, und legt die Bewegung den Fixſternen bei, ſo ſcheint es, angeführtermaßen, als drehten ſich vielmehr dieſe, aber in entgegengeſetzter Richtung, nach der Folge der Zeichen (oſtwärts, „rechtläufig") um die Pole der Ekliptik. Wenn aber nun der Stern gamma unſerer Figur unbewegt bleibt, ♈ alſo von 0 nach r rückt, ſo wird die Rectascenſion des Sterns, die vorher ♈ D war (indem der Abweichungskreis gamma D im letzteren Puncte auf dem Aequator ſenkrecht iſt), in rq ... ad*, und die Abweichung, von gamma D, in gamma d verändert. Man ſieht alſo, wie ich es hier, auch mit Bezug auf die Figur, nochmals bemerklich mache, daß das Verrücken der Nachtgleichen, neben der durchgängigen Vergrößerung der Längen der Geſtirne**, zugleich ihre Rectascenſionen und Abweichungen verändert (ich komme auf dieſen, ſchon vorn ausgezeichneten Wortunterſchied, ſogleich zurück), und nur ihre Breiten ganz unverändert läßt.

Anſchaulicher, als es die bis jetzt nur angewendete platte Figur vermag, wird jedoch der Vorgang des „Verrückens der Nachtgleichen" bei Anwendung einer Himmelskugel. Stellt man dieſelbe nämlich auf die nördliche Polhöhe von 66½°, als dem Complement der Schiefe (von, ſ. d. A. 23½°), ſo daß der Nordpol der Ekliptik demnach im Zenith, ihr Südpol im Nadir, und ſie ſelbſt im Horizonte liegt, ſo werden alle ſenkrecht vom Zenith herunter gehenden Kreiſe Breitenkreiſe, und alle mit dem Horizonte, d. h. hier mit der Ekliptik parallelen Kreiſe „Längenkreiſe"*. Befeſtiget man alsdann den Globus in dieſer Stellung, ſo zeigt ſich nun mit der verlangten größeren Anſchaulichkeit, was aus der von Oſten nach Weſten (rückwärts) gehenden Bewegung der Aequinoctial-Puncte längs der Ekliptik nach und nach für Erſcheinungen entſtehen. Man betrachte nämlich gegenwärtig nicht nur die letztere (die Ekliptik) mit jenen ihren Breiten- und „Längen"-Kreiſen, ſondern auch den Aequator

* Da die Kreiſe der Kugel in der Figur zu geraden Linien haben verflacht werden müſſen, ſo kann die Darſtellung nicht anders ausfallen. Gamma aber ſchreibe ich da oben aus, weil der einzelne Griechiſche Buchſtabe zu viel Aehnlichkeit mit dem Widderzeichen hat.

** Ich brauche hier den allgemeineren Ausdruck „Geſtirne," weil ich, wie gleich Eingangs bevorwortet worden, nun auch bald von dem, wie geſagt, nicht auf die Fixſterne eingeſchränkten, ſondern für ſie nur bemerklicheren Einfluſſe der Präceſſion, namentlich auch auf die Planeten werde ſprechen können. Der Unterſchied zwiſchen dem „Tropiſchen," wie das durch die Präceſſion Veranlaßte bekanntlich heißt, und dem „Sideriſchen" tritt überall hervor.

* Der Ausdruck iſt in der Aſtronomie nicht allgemein recipirt; indeß finde ich ihn beim Bode „Sternkunde." 3te Auflage. Berlin. 1808. 2 B. gr. 8. 1. 166.; und er ſoll alſo kleinere, der Ekliptik parallele Kreiſe bezeichnen, und welche ſich demnach eben ſo auf ſie (auf die Ekliptik), wie die Parallelkreiſe auf den Aequator, und die Höhenkreiſe (Almucantharat's) auf den Horizont beziehen. — Ich würde die allgemeine Admittirung dieſes ganz paßlichen Wortes empfehlen.

mit seinen Abweichungskreisen (Meridianen) und Parallelen, wie sie sämmtlich gegen einander eine unverrückte Lage behaupten, als eine besondere bewegliche Ringkugel, die sich beim Zurückweichen (Rechtsrücken) der Nachtgleichen um die Pole des unbeweglichen Globus selbst (längs seinem, in angegebener Art, durch die Ekliptik repräsentirten Horizonte) drehet; so werden alle diese Kreise allmälig auf andere, mehr westwärts (weiter rechts) liegende Sterne treffen, und man wird nun gewahren, daß sich dabei, angeführtermaßen, zwar die Länge der Fixsterne allerdings unausnamentlich vergrößert, und die Breite eben so durchaus unverändert bleibt, daß aber dagegen für die gerade Aufsteigung und Abweichung eine solche Vergrößerung bloß theilweis* eintritt, demgemäß in letzterer Beziehung also wirklich nur der allgemeinere Ausdruck „verändert, auf welchen ich hier eben zurückkommen wollte, angewendet werden durfte.

Aus dem Grunde des solchergestalt auch zur sinnlichsten Augenscheinlichkeit gebrachten Einflusses des „Vorrückens der Nachtgleichen" auf Länge, gerade Aufsteigung und Abweichung der Gestirne, kurz auf die Daten, welche die Stellung der Sterne gegen die Ekliptik und den Aequator angeben, können also die bezüglichen Hilfsmittel der Astronomie, als z. B. Fixsternverzeichnisse, Sternkarten, Himmelskugeln u. s. w. nur für eine gewisse Zeit, binnen welcher jener Einfluß nicht schon gar zu merklich wird, dienen; ja selbst der bloße freie Anblick des Himmels mit seinen Sternen findet sich, wie ich schon im Art. Veränderungen gezeigt habe und gleich noch näher ausführen werde, dadurch afficirt. Für andere Zeiten werden also Reductionen* erfordert. In den Fixsternverzeichnissen (vergl. d. A. S. 573.) sind meistens die, aus dieser Vergrößerung der Länge folgenden und danach berechneten** Veränderungen in gerader Aufsteigung und Ab-

* Die gerade Aufsteigung verringert sich, wie nun der Augenschein lehrt, bei den zwischen den Polen des Aequators und der Ekliptik stehenden Sternen, und die resp. südliche oder nördliche Abweichung nimmt (vgl. hinten) im einen Halbkreise ab, im andern zu, je nachdem sich der Aequator bei diesem seinen allmäligen Zurücktreten längs der Ekliptik nord- oder südwärts über dortige Sterne hinzieht.

* Reduction; Reductio; *Reduction*, ist als eigener allgemeiner Artikel an seinem alphabetischen Orte ausgelassen. Ich bemerke hier also nachträglich, daß man, da uns die Beobachtungen, namentlich die astronomischen, oft Bestimmungen geben, welche von gewissen, dabei vorhandenen veränderlichen Umständen abhangen, und offenbar auch anders ausfallen würden, wenn diese Umstände selbst anders wären, meistens gezwungen ist, eine Verwandlung solcher Bestimmungen in Dasjenige vorzunehmen, was sie unter bestimmten Bedingungen gewesen seyn würden, und daß eine dergleichen Verwandlung nun eben „Reduction" heißt.

So waren, wie ich oben angeführt habe, im vorliegenden Falle die Längen der Fixsterne in dem Verzeichnisse des Hipparchus aus seinen, vergl. vorn, etwann 130 Jahre vor Christus gemachten Beobachtungen bestimmt. Da sich diese Längen aber, des Umstandes der „Präcession" wegen, in der angegebenen Art ändern, so brachte sie Ptolemäus auf das, was sie im Jahre 137 nach Christus seyn mußten, und die Araber berechneten sie ferner für das Jahr 880. Dieß waren also nicht eigentlich lauter wirklich neue Beobachtungen, sondern bloße „Reductionen" des alten Verzeichnisses auf andere Jahre; — und der Sinn des Ausdruckes in der gegenwärtigen Anwendung wird also damit vollkommen erhellen.

** Die Formeln zu dieser Ableitung der Aenderung in gerader Aufsteigung und Abweichung aus der, durch das „Rücken der Nachtgleichen" hervorgebrachten, als unendlich klein betrachteten Längen-Zunahme der Gestirne, und auf welche ich mich, eben der Anwendung des „Unendlichkleinen" wegen, hier nicht wohl weiter einlassen kann, sehr schön beim Lalande „Astronomie." §. 2702 flgd.

weichung schon im voraus mit angegeben. Für die Länge selbst bedarf es aber einer weiteren speciellen dießfallsigen Bemerkung nicht erst, da dieselbe, bevorwortetermaßen, für alle Sterne in gleicher Zeit um gleich viel, nämlich jährlich um die angegebenen 50 1/3 Secunden wächst, welches freilich eigentlich nur durchschnittlich wahr ist, indem die „Präcession", wie ich auch schon vorn, mit Verweisung wegen des Näheren hierher, angedeutet habe, und in den citirten A. A. Gleichung der Nachtgleichen und Wanken der Erdare, gleichwie auch hinten *, noch weiter ausführe, periodischen Zu- und Abnahmen unterworfen ist, aus denen nur jener Mittelwerth hervorgeht, auf den man sich indeß bei jener Formelbildung der weiteren Ableitungen beschränkt.

Diese Art der Correction, wie sie somit in den „Fixstern-Verzeichnissen" angebracht werden kann, reicht jedoch bei den Himmelskugeln nicht aus, hinsichtlich derer es nicht genügt, sich die Sterne für jede 70 Jahre um 1° in Länge fortgerückt zu denken, indem sich am Himmel (in der Wirklichkeit) die Weltpole, auf die nachgewiesene Art, mit drehen, welche dagegen auf dem Globus fest sind. Es haben deßhalb einige ältere Astronomen auf solche Vorrichtungen bei den Himmelskugeln gedacht, wobei man die Stellung der Weltpole der Zeit gemäß verändern könnte; und ich finde in meinen Notizen, daß namentlich der uns bekannte Französische Astronom Cassini der Aeltere (Jean Dominique, Zeitgenoß Ludwig XIV.) ein Modell dazu ausgedacht hat. Mir selbst ist jedoch nie etwas Aehnliches zu Gesicht gekommen; und da der Preis der künstlichen Himmelskugeln seitdem auch hinreichend gesunken ist, um mit der Zeit leicht ein danach berichtigtes neues solches Hilfsmittel anschaffen zu können, so verweile ich nicht besonders dabei.

Indem sich aber, um nun weiter zu gehen, bei dem „Vorrücken der Nachtgleichen" namentlich die Abweichung der Fixsterne (der Abstand vom Aequator) in der angegebenen Art dergestalt ändert, daß dieser „Abstand" für einige Sterne ab- und für andere dagegen zunimmt, wogegen (vergl. Veränderung, S. 637.) die Erhebung des Aequators selbst über den Horizont, d. i. die Aequatorshöhe (als Complement der geographischen Breite) des Beobachters (s. d. A.) absolut unveränderlich ist; so folgt daraus, daß sich durch das Vorrücken auch der „bloße freie Himmelsanblick der Sterne", worauf ich hier zurückkommen wollte, verändern muß, indem Sterne, welche bei gewissen Abständen vom Aequator (gewissen Abweichungen), noch über einen bestimmten Horizont heraufstiegen und sichtbar würden, später bei also veränderter Abweichung beständig unter diesem Horizonte bleiben, und gar nicht mehr sichtbar werden, und umgekehrt. Sey z. B. für einen Ort auf der nördlichen Halbkugel die Aequatorshöhe (der nördliche Abstand des Aequators vom Horizonte, die nördliche Erhebung des Aequators über den Horizont) = 40°, und die südliche Abweichung eines Fixsterns (sein südlicher Abstand vom Aequator) auch = 40°; so wird sich dieser Stern eben noch im Horizonte des Ortes zeigen (so wird sein Tagkreis den Horizont eben noch berühren); nimmt seine südliche Abweichung, in Folge des „Vorrückens der Nachtgleichen", sodann aber auch nur etwas zu, so wird er fernerhin offenbar einen ganz unter diesem Horizonte liegenden Tagkreis beschreiben, und folglich dem betreffenden Beobachter gar nicht mehr zu Gesicht kommen; verminderte sich dagegen, aus dem nämlichen Grunde des „Vorrückens der Nachtgleichen", die südliche Abweichung desselben Sterns, so müßte er im angegebenen Verhältnisse höher über dem Horizonte erscheinen, und demnach nunmehr

* Ich weise nämlich dort nach, daß die „Präcession" theils von der Wirkung der Sonne, theils des Mondes herrührt, und daß nur jener erstere Einfluß constant, letzterer aber bald größer, bald kleiner ist, wodurch eben der im Texte bezeichnete „Mittelwerth" (die „mittlere Präcession") bedingt wird. — Dieß hier vorläufig, um die Leser gleich auf den eigentlichen Standpunct zu stellen.

länger sichtbar seyn, gleichwie Sterne, welche wegen zu großer südlicher Abweichung eben dort noch gar nicht hätten erblickt werden können, bei einer solchen Abnahme dieser Abweichung nun daselbst zu Gesicht kommen würden. Diesergestalt werden z. B. für den Horizont von Berlin ($52^1/_2^0$ nördl. geograph. Breite und also $37^1/_2^0$ Aequatorshöhe) im Laufe von Jahrtausenden allmälig verschwinden (eine solche Vergrößerung der südlichen Abweichung erleiden, daß sie dort unsichtbar — stets unter dem Horizonte — bleiben) die (vergl. d. A.) Sternbilder des Orion, des Raben, des Eridan, des südlichen Fisches u. s. w.; und es werden dagegen, wegen abnehmender südlichen Abweichung der jetzt eben dort noch unsichtbare Centaur, das schöne südliche Kreuz u. s. w. zu Gesicht kommen; — bis nach endlichem Ablaufe des „großen (Platonischen) Jahres" (s. oben), abgesehen von andern Einflüssen*, der frühere Zustand wiederkehrt, — welche Andeutung über diesen Einfluß der Präcession genügen mag.

Meine Leser werden jedoch, bei Erwägung der Bedingungen dieses Einflusses überhaupt, schon von selbst bemerkt haben, daß derselbe, wie es gleichwohl gewöhnlich nur dargestellt zu werden pflegt, doch unmöglich auf die Fixsterne eingeschränkt seyn kann, sondern, meinen vorangehenden dießfallsigen Verweisungen hierher gemäß, allerdings bei allen Gestirnen oder vielmehr bei allen denjenigen Daten hervortritt, bei welchen ein Bezug auf die Nachtgleichenpuncte Statt hat. Am auffälligsten zeigt sich dieß also zunächst auch noch am Unterschiede zwischen dem, durch die Rückkehr zu den „Nachtgleichen" bestimmten „tropischen"** und dem von der Wiedererreichung eines Fixsterns („sidus") abhängigen „siderischen" Jahre, welchen Unterschied ich in diesem letzteren Artikel so sorgfältig hervorgehoben habe. Da die Nachtgleichen, namentlich die, als Anfangszähl-Punct sogleich bevorzugte Frühlingsnachtgleiche, durch die bezeichnete rückgängige Bewegung, den Planeten — sprechen wir besonders von unserm Planeten Erde — also der Erde, beim Jahresumlaufe um die Sonne in der Ekliptik, recht eigentlich entgegen rückt; so folgt daraus sehr einfach die geringere Dauer des „tropischen" als des „siderischen" Jahres, und also die Nothwendigkeit, wie ich sie hier eben geltend machen wollte, das „Vorrücken der Nachtgleichen" nicht bloß in Bezug auf die Fixsterne, sondern auch rücksichtlich der übrigen „Gestirne" überhaupt zu betrachten. Ja, diese Nothwendigkeit ist selbst darauf noch nicht beschränkt, sondern das „Vorrücken" afficirt ferner, wie ich mich' ausgedrückt habe, auch die übrigen „Daten" des Planetenlaufes; und es ist nur erst noch im kurz vorhergehenden Art. Saturn, S. 368. darauf hingewiesen, daß, wenn z. B. die jährliche „siderische" Bewegung der Apsidenlinie dieses Planeten, welche Bewegung ein solches Datum der Berechnung des Planetenlaufes abgibt, in östlicher Richtung, jährlich nur 19″ beträgt, dieselbe sich dagegen „tropisch" gleichwohl zu 69

angesetzt findet, indem die Differenz der . . . . . 50″

eben von dem indeß Statt gefundenen Rücken der Nachtgleichen nach Westen herrührt. — Auch habe ich endlich noch im Art. Sternzeit, S. 547 auf einen feinen Unterschied zwischen dem Sterntage und dem „Tage der ersten Bewegung", als Rückkehr der einen oder der andern Nachtgleiche in den Meridian, aufmerksam gemacht, und

* Den (s. die betreffenden A.A.) wirklichen „Eigenbewegungen" der Sonne und der Fixsterne, welche von jener nur scheinbaren allgemeinen Bewegung der Gestirne offenbar ganz unabhängig sind.

** Warum „tropisch," da wir doch hier von den „Nachtgleichen" sprechen? — Die Rückkehr der Sonne zu den Solstitial- („Tropen-") Puncten bedingt (vgl. wieder Jahr, S. 798) nicht weniger die Dauer dieses tropischen Jahres, und wurde von den älteren Astronomen lieber beobachtet, daher hinsichtlich des Zeitverflusses der Ausdruck „tropisch" gleichbedeutend mit Rückkehr zu den Nachtgleichen steht.

gezeigt, daß dieser letztere Tag, eben wieder des hier betrachteten „Verrückens (Zurückweichens nach Westen) der Nachtgleichen“ wegen, etwas kürzer als jener erstere ausfällt, welches also auch noch an diesem Falle den allerseitigen, und demnach, wie gesagt, keineswegs auf die Längenveränderung bloß der Fixsterne beschränkten Einfluß der Präcession (Retrogression) bewährt.

Die alten Systeme — um nun zur Erklärung der Gründe dieses in mehr als Einer Hinsicht so höchst merkwürdigen und, nachgewiesenermaßen, so folgereichen Vorganges des sogenannten „Vorrückens der Nachtgleichen“ zu kommen — die alten Systeme, welche die Fixsterne sehr nahe annahmen und in eine hohle Sphäre einschlossen, sahen die Präcession, wie gesagt, als eine wirkliche Bewegung dieser Sphäre an. Copernikus, nach der oben erwähnten und, meiner Bevorwortung gemäß, hier weiter zu verfolgenden Ansicht, betrachtete die Erscheinung dagegen, in der bezeichneten Art, zwar richtig als Folge einer entgegengesetzten Bewegung der Aequinoctialpuncte selbst; allein nach der Ursache dieser Bewegung hat man lange vergeblich geforscht. So viel nur sah man ein, daß diese Ursache eine ähnliche als die des Rückganges der Knotenlinien (vergl. d. A.) seyn müsse. Gleichwie man nämlich die Durchschnittspuncte der Planetenbahnen mit der Ebene der Ekliptik „Knoten“ nennt, an welchen Knoten man, wie in diesem Art. S. 920 näher gezeigt wird, nicht weniger eine rückgängige (wider die Folge der Zeichen gerichtete) Bewegung wahrnimmt; so kann man sich die Durchschnittspuncte des Aequators mit jener Ebene der Ekliptik, d. h. die Nachtgleichenpuncte auch als Knoten des Aequators vorstellen; und da letzterer nichts anderes als diejenige Ebene ist, in welcher die tägliche Umdrehung der Erde vor sich geht, so sind die Nachtgleichen in der That die Knoten der täglichen Erdumdrehung; — und es kam nun nur noch darauf an, die Theorie jenes Knoten-Rückganges der Planeten, modificirend, ebenfalls auf die Verrückung der, solchergestalt auch als „Knoten“ zu betrachtenden Puncte der Nachtgleichen anzuwenden.

Diese Aufgabe löste endlich wieder der große Newton durch seine vortreffliche Mechanik der himmlischen Bewegungen. Er zeigt („Principia.“ Lib. III. Prop. 39. Seite 560 unserer Genfer Ausgabe), daß die Gravitation des nicht vollkommen sphärischen, sondern an den Polen abgeplatteten und (Abplattung, S. 21) demgemäß (was man, als das Eigentlichste bei der Sache, ja recht im Auge behalten muß) in der Aequatorial-Zone wie mit einem Gürtel oder Wulste mehrerer Materie umgebenen Erdkörpers gegen Sonne und Mond* (die mehrere Anziehung von Sonne und** Mond auf diesen

* Für Leser, welche die dießfallsigen Auseinandersetzungen in den „Principia“ selbst vergleichen sollten (und Gott gebe, daß mein Werk recht viele solche Leser finde!), hier jedoch eine Bemerkung. Die Methode nämlich, welche der Brittische Weltweise bei Behandlung dieses Problems anwendet, ist zwar allerdings vollkommen richtig; aber in der numerischen Entwicklung hat sich der große Mann doch geirrt, indem Er den von dem Gesammtbetrage der (vgl. hinten, mittleren) „Präcession“ (den obigen 50 Secunden) dabei auf die störende Anziehung der Sonne kommenden („a vi *Solis* oriunda“) Antheil nur zu 9″, und den Mond-Antheil dagegen („a vi *Lunae* oriunda“) auf 41″ anschlägt, wogegen neuere schärfere Untersuchungen den ersteren vielmehr = 15″ und den letzteren dagegen nur = 35″ geben. Da es interessant ist, auch die Irrthümer eines Newton zu verfolgen, so bemerke ich noch, daß man eine vollständige Aufklärung darüber beim d'Alembert (wir kennen ihn aus Gravitation, S. 719) „Recherches sur la précession.“ Paris. 1749. 4. findet, gleichwie auch ich selbst den Gegenstand vorläufig schon in Himmelsmechanik, S. 775, behandelt habe.

** Wegen des Einflusses beider Weltkörper zur Bewirkung der „Präcession“ macht man nun eben den schon vorn angedeuteten Unterschied zwischen „Sonnen-“

„Gürtel“ als auf den übrigen Erdkörper) die Knotenlinie der täglichen Erdumdrehung beständig zurücktreiben muß. Dieser den Erdäquator umringende Gürtel mehrerer Materie wird natürlich durch Sonne und Mond auch eine stärkere Anziehung als der, beim Absehen davon, wie eine vollkommne Kugel zu betrachtende übrige Erdkörper erleiden; und da sich die Lage dieses „Gürtels“ oder „Ringes“ in der Ebene des Aequators findet, Sonne und Mond hierbei aber aus der bekanntlich um $23^1/_2{}^0$ (von der geringen eigenen Neigung der Mondbahn abstrahire ich vorläufig) dagegen geneigten Ebene der Ekliptik und also schief wirken: so muß daraus dieselbe Folge wie bei den erwähnten Knoten der Planetenbahnen entstehen, daß nämlich die Puncte des Erdringes (jenes äquatorialen „Gürtels“), d. h. also die Nachtgleichen, die Ebene der Ekliptik bei jeder täglichen* Erdumdrehung (Rotation) etwas früher, als sonst geschehen seyn würde, durchschneiden, und daß demgemäß diese (Nachtgleichen-) Durchschnitts-Puncte des Aequators mit der Ekliptik in derjenigen Richtung, welche der (verbundenen progressiven und) rotatorischen Bewegung der Erde entgegengesetzt ist, d. h. wider die Folge der Zeichen zurückweichen**.

Man stelle sich, um den freilich nicht ganz leichten Gegenstand noch unter einem andern Gesichtspuncte zu betrachten, eine auf der Ebene der Erdbahn (Ekliptik) senkrechte, durch die Mittelpuncte der Erde und der Sonne (oder der Erde und des Mondes) gehende Ebene vor, so würde dieselbe den Erdkörper, wofern er (vergl. wieder Himmelsmechanik, l. c.) eine reine Kugelgestalt hätte, in allen Stellungen, welche er in der Bahn erlangt, in zwei gleiche und symmetrische, eine gleiche Lage zu beiden Seiten der theilenden Ebene einnehmende Hälften theilen. Dieß leuchtet alsbald ein. Ist der Erdkörper dagegen von der angegebenen sphäroidischen Gestalt; ist er unter dem Aequator mit einem „Wulste von Materie“ umgeben: so halbirt ihn jene Ebene zwar nicht weniger überall; allein die entstehenden Hälften haben, wie man leicht einsieht, zu beiden Seiten der Theilungsebene nur in denjenigen Bahnpuncten auch eine ganz gleiche, eine symmetrische Lage, wo diese Ebene zugleich durch die Erdaxe geht, d. h. wenn man bloß von der Sonne spricht, in den einzigen Solstitialpuncten; — und die Anziehung, welche Sonne und Mond auf die Hälften des also getheilten Erdsphäroids ausüben, kann demgemäß auch keine gleichförmige seyn*, sondern es muß dasje-

und „Mond-Präcession,“ auf welchen ich später zurückkomme.

* Diese tägliche Verrückung der Nachtgleichen ist freilich, da der ganzjährige, der summarische Betrag von 365 Tagen nur die obigen 50″ Secunden ausmacht, und demnach auf den Einzeltag nicht mehr als $\frac{50''}{365}$ kommen, unmerklich; es verhält sich damit wie mit dem, im nämlichen Bezuge schon oben erwähnten Unterschiede zwischen dem Sterntage (vergl. wieder Sternzeit, S. 548) und dem Tage der „ersten Bewegung“ (der Rückkehr der Nachtgleiche in den Meridian), welcher von uns auch nicht wahrgenommen wird.

** Dieß ist eine etwas weitere Ausführung des Lalande'schen Résumé's der Ursache des Vorganges („Astronomie.“ §. 3527), wo es heißt: „La théorie du mouvement des noeuds fait voir qu'une planète qui tourne dans le plan de son orbite, en est sans cesse retirée par les autres planètes; il en est de même des parties du sphéroide terrestre, qui étant rélevées vers l'équateur et tournant chaque jour avec lui, *sont détournées de leur mouvement naturel par les attractions latérales du Soleil et de la Lune*, cette portion de matière (ou cette espèce de ménisque), dont on peut concevoir que l'équateur est surmonté, éprouvant une attraction plus forte que le reste du sphéroide.“

* Man kann sich diese verschiedene Lage des „äquatorialen Wulstes, auf welche hierbei doch eigentlich Alles ankommt, namentlich gegen die anziehend wirkende Sonne auch aus dem steten Parallelismus (vergl. d. A.) der gegen die

nige Zurückweichen der Durchschnittspuncte des Erdäquators mit der Ebene der Ekliptik (der Puncte der Nachtgleichen) eintreten, wodurch der Vorgang auf die Theorie der Knotenbewegung, aus der er oben abgeleitet worden ist, zurückgeführt wird.

Lalande, welcher l. c. das „Vorrücken der Nachtgleichen" aus den Principien der Attraction mit einer unendlichen Sorgfalt, aber auch mit einer solchen Ausführlichkeit (30 S. gr. 4.) und einem solchen Luxus von Analysis erklärt, daß die Beibringung seines Vortrages im Detail für meine Zwecke ganz unausführbar wird, untersucht, um wenigstens einen allgemeinen Begriff seines Verfahrens zu geben, zuerst die Anziehung der Sonne auf das Erdsphäroid. „Indem," fährt er dann §. 3563 immer unserer zweiten Auflage fort, „der Mond in ganz ähnlicher Art wie die Sonne auf dieses „Sphäroid" wirkt, würde sich seine Anziehung aus jener Sonnen-Anziehung unmittelbar ableiten lassen, wenn seine Bahn mit der Ekliptik zusammenfiele, und nicht vielmehr eine Neigung (von welcher ich vorn mit Verweisung hierher nur vorläufig abstrahirt habe) und zwar mit Veränderung der Durchschnittspuncte („Knoten") gegen dieselbe hätte, wodurch die Nothwendigkeit bedingt wird, die jederzeitige Lage dieser Knoten der Mondbahn in Betracht zu ziehen, welches eine trigonometrische Operation mehr erheischt." Von der Veränderlichkeit dieser „Knotenlage" hängt nun eben diejenige Veränderlichkeit der Größe der Präcession in den verschiedenen Zeiten ab, worüber der citirte Art. Gleichung der Nachtgleichen in Verbindung mit Wanken der Erdaxe (Nutation) ausführlicher handelt, auf welche ich aber auch schon hier zurückkommen wollte. Die Wirkung der Sonne bei der Präcession (die „Sonnen- [die „Solar-] Präcession," wie ich vorn sage) ist, indem die Erde stets die nämliche Bahn um die Sonne beschreibt, constant,* und wird auf . . . . . 14 (bis 15) Secunden angeschlagen, wogegen die „Mond- (die „Lunar-) Präcession," nach Maßgabe jenes Umstandes, zwischen 28 bis 44″ schwankt, woraus der Mittelwerth $\left(\frac{28+44}{2}\right)$ der 36

und solchergestalt die „mittlere (oder allgemeine) jährliche Präcession" der obigen . . . . . 50 Secunden hervorgeht.

Ehe ich diesen Artikel, dessen eigentlicher Gegenstand somit erschöpft scheint, beschließe, muß ich jedoch noch der merkwürdigen Versuche erwähnen, welche man angestellt hat, um die Präcession auf chronologische Untersuchungen** anzuwenden, und worüber ich mich durch Beispiele am besten erkläre.

Ebene der Ekliptik geneigten Erdaxe erklären, demgemäß sich das perturbirende Gestirn in der einen Hälfte der Erdbahn über, in der andern aber unter jenem „Wulste" befindet.

* Wenigstens darf dieser, also vom Monde unabhängige Theil der Präcession in so weit constant angenommen werden, als man dabei von den Planeten absieht, deren perturbirender Einfluß die Nachtgleichen aber gegentheils alljährlich wieder um 0″,13 vorwärts (ostwärts) treibt. Das Nähere darüber, worauf ich nicht weiter eingehen kann, beim Laplace „Exposition du système du monde." 4te Aufl. Paris. 1813. 2 B. gr. 8. II. 189., in welchem Werke jedoch, wie ja nicht übersehen werden darf, die Decimal-Eintheilung des Kreises (vergl. Grad, S. 672) angewendet ist. Hier mag in diesem Bezuge nur noch bemerkt seyn, daß man der Präcession, wofern die gedachte planetarische Mitwirkung ganz außer Acht gelassen und nur die beiderseits als constant angenommene Wirkung von Mond und Sonne betrachtet wird, auch den Namen der „Luni-Solar-Präcession" beilegt.

** Ich habe von diesem gegenseitigen Bezuge zwischen der Astronomie und der „Chronologie" schon in diesem letzteren Artikel, S. 183, gehandelt, und bitte, die Stelle zu vergleichen.

Ptolemäus erzählt uns in seinem schon oben erwähnten „Almageſt", daß der ebenfalls bereits vorn genannte Griechische Astronom Eudorus, Zeitgenoß Platos, einen der größeren Fixsterne sehr nahe beim nördlichen Weltpole, also als Polarstern, beobachtet habe. Da Plato etwann 350 vor Christus, und demnach über 2000 Jahre vor uns gelebt hat, so kann dieß nicht unser gegenwärtiger Polarstern α des kleinen Bären gewesen seyn, welcher, vergl. Polarstern, S. 334., damals noch weit vom Pole entfernt war. Betrachtet man den oben erwähnten Kreis, welcher, vermöge der Präceſſion, vom Weltpole um den Pol der Ekliptik beschrieben wird, etwas genauer, so findet man in dieser Himmelsgegend nur einen einzigen Stern, der die bezeichnete Größe hat, und der in jener Vorzeit etwann nahe genug bei unserm (Nord-Welt-) Pole gestanden haben könnte: es ist dieß *H* im Drachen, dessen gegenwärtige Länge ziemlich 133° beträgt. Wäre derselbe aber, Eudorus obigen Angaben gemäß, zu seiner Zeit, d. h. also von heut ab vor 2000 Jahren, in der That Polarstern gewesen, so müßte seine damalige Länge (wenigstens nahe) 90°* betragen haben; und die Differenz jener gegenwärtigen und dieser damaligen Länge von (133—90 =) 43° käme auf das indeß Statt gefundene „Vorrücken der Nachtgleichen". Dieses Vorrücken bewirkt aber (vergl. vorn, 1° in 71 Jahren) eine Längenzunahme von 43° nicht schon in den 2000-, sondern erst in (71 . 43 =) 3053 Jahren, so daß die chronologiſche Unrichtigkeit von Eudorus Angabe durch diesen aſtronomiſchen Bezug auf die Präceſſion, wie ich darthun wollte, nachgewieſen iſt; — Eudorus wird hierbei nicht sowohl seine, sondern vielmehr eine über (3053 —2000) 1000 Jahre ältere Zeit früherer Chaldäiſcher und Egyptiſcher Aſtronomen gemeint haben.

Laplace ferner (ich finde die Anführung in meinen Notizen, ohne die Stelle in Laplace's Werken selbſt gleich näher angeben zu können) meint, daß die Bezeichnung und Benennung der Sternbilder des Thierkreiſes zu einer Zeit bestimmt worden sey, wo das Bild des „Steinbocks", welches Thier man doch immer nur auf den höchſten Höhen erblickt, für unsere Halbkugel auch den höchſten Punct der Ekliptik über dem Aequator eingenommen gehabt habe. Von diesem Puncte iſt daſſelbe aber (ſ. vorn) jetzt (180 + 30 =) 210° öſtlich entfernt, die auf Rechnung der „Präceſſion" kämen, und einem Zeitraume von (71 . 210 =) 15000 Jahren entsprechen, welche solchergeſtalt das Alter jener Bezeichnung abgäben. Auch dieſes Beiſpiel lehrt also den schon in der Anmerkung noch mehr hervorgehobenen Beistand kennen, welchen die Chronologie von der Aſtronomie, und hier namentlich von der genauen Kenntniß des Maßes des „Vorrückens der Nachtgleichen" erwarten darf; und ich würde, da es sich in dieſem Falle um eine ganz neue, von den bisherigen Anſichten so sehr abweichende Anſicht über das Alter der Welt handelt, länger dabei verweilen, wenn Laplace's Vermuthung durch andere Umſtände unterſtützt würde, und also mehr als eine geiſtreiche Hypotheſe wäre.

Endlich werden meine Leſer, unter dem hier aufgeſtellten Geſichtspuncte, auch von dem „Thierkreiſe (vergl. d. A.) zu Denderah" reden gehört haben. Die Ruinen der alten Stadt Tentyris (Denderah) in Ober-Egypten nämlich zeichnen ſich durch einen großen Tempel aus, dem die Zeit wenig geſchadet hat; und am Plafond des Porticus dieſes Tempels ſieht man die 12 Figuren der Sternbilder des Thierkreiſes in derjenigen Ord-

* Denkt man ſich vom Weltpole einen Meridian nach den Durchſchnittspuncten des Aequators und der Ekliptik (alſo den Kolur — vergl. d. Art. — der Nachtgleichen), ſo ſteht ein zweiter, durch die Pole jener beiden Kreiſe gehender und alſo zugleich als Breitenkreis zu betrachtender Meridian (der „Kolur der Sonnenwenden") vom erſteren offenbar 90° ab, und ein die Stelle des Weltpols (genau oder doch nahe) einnehmender Stern hat alſo, gleich dem Weltpole ſelbſt, die obige Länge von 90°, d. h. der zwiſchen den beiden Kolurен enthaltene, den Stern treffende Bogen der Ekliptik iſt von dieſer Größe.

nung, in welcher sie von der Sonne durchlaufen werden. Dieser Thierkreis ist zur Zeit der Egyptischen Invasion durch die Franzosen von der Mauer abgenommen, nach Paris geschafft und dort genaueren Untersuchungen unterworfen werden. Es ist dabei aufgefallen, daß sich an der Spitze jener Figuren das Sternbild des Löwen befindet, welcher gleichsam zuerst aus den Pforten des Tempels zu treten scheint; und man hat daraus den Schluß gezogen, daß zur Zeit der Verfertigung dieses Thierkreises die Sonne Anfangs des Egyptischen Jahres, eben wirklich im „Löwen" gestanden habe. Nun hob selbiges (das Rural-) Jahr der Egyptier (vergl. Hundsstern-Cyklus) den 20. Juli an, um welche Zeit der Sirius Morgens kurz vor der Sonne („heliace") aufging, womit die für die Egyptier so wichtigen Nil-Ueberschwemmungen eintraten. Zeigte sich aber damals die Sonne an diesen Tagen wirklich im Sternbilde des Löwen, so ist dasselbe, des Zurückweichens der Nachtgleichen (und Sonnenwenden wegen) jetzt vielmehr um die vorauf nachgewiesenen 30° weiter östlich gerückt, und seine Stelle wird gegenwärtig vom Krebs eingenommen. Auf diese 30° kommen aber, nachgewiesenermaßen (30. 71 =) 2130 Jahre, wonach die Verfertigung des „Thierkreises von Denderah" (2130—1847, wie wir heut schreiben) in die nächsten Jahrhunderte vor Christus (der uns bekannte Französische Astronom Biot findet, bei genauerer Erwägung aller Umstände 700 vor Christus) fiele.

Dieß mag denn über die chronologische Anwendbarkeit des „Vorrückens der Nachtgleichen", welche ich hier noch nachweisen wollte, hinreichen, gleichwie ich den ganzen Artikel damit beende. Kürzer habe ich denselben wegen der großen astronomischen Wichtigkeit des Gegenstandes, von welcher man sich bei der Durchgehung wohl überzeugt haben wird, nicht fassen dürfen. Sollten sich jedoch einzelne Leser durch meine Darstellung, auch in dieser Ausführlichkeit noch nicht ganz befriediget finden, so muß ich Sie nochmals vorzüglich auf Lalande (l. c.) verweisen. Noch mehrere andere literarische, sammt den erforderlichen historischen Notizen, finden sich aber im Laufe des Vortrages selbst.

Vulcane; Montes ignivomi; *Volcans.* Der „Vulcane" (feuerspeienden Berge) in so fern wir sie nur für die „Erde" kennen, und für diesen Planeten in der speciellen physischen Geographie näher betrachten, für die übrigen Welkörper aber bloß vermuthen, thue ich hier auch nur Erwähnung, weil die Topographie des Mondes (S. 168) unter den verschiedenen Mondgebilden ebenfalls „Crater" nennt, welches also „Vulcane" voraussetzen würde. Wie weit diese Voraussetzung jedoch zuläßig ist, muß man im citirten Artikel selbst nachsehen.

W.

Wärme; Calor; *Chaleur.* Ueber diesen Gegenstand handelt, unter unserm astronomischen Gesichtspuncte, der Art. Temperatur, auf welchen ich verweisen muß, indem ich lediglich hinzufüge, daß „Wärme" und Licht, Elektricität und Magnetismus nur als verschiedene Manifestationen eines nämlichen, höchst wahrscheinlich durch das gesammte Universum verbreiteten Agens zu betrachten seyn werden.

Wahrer Planet, im Gegensatze des mittleren, s. Mittlerer Planet, wo dieser Gegensatz zwischen dem „wahren", die Bahn mit seiner wahren, bald größeren bald geringeren Geschwindigkeit durchlaufenden Planeten, und einem, bloß zur Rechnungserleichterung fingirten, stets gleichförmig (mit durchschnittlicher Geschwindigkeit) fortgehenden „mittleren Planeten" hinreichend erörtert wird.

Wahre Zeit, s. besonders Gleichung der Zeit, in welchem Artikel ich ausführlicher darthue, daß man unter „wahrer Zeit" die durch den wahren Sonnen-Stand bestimmte Zeit versteht, wie dieselbe von den Sonnen-Uhren, welche diesen Stand angeben, gezeigt wird, wogegen sich die mittlere Zeit durch unsere gewöhnlichen Taschen- oder Pendel-Uhren unter der Voraussetzung ausgedrückt findet, daß dieselben im Augenblicke des wahren Mittages (im Culminationsmomente der wahren Sonne), also wenn 12 Uhr Mittags wahrer Zeit eintritt, auch genau um den Betrag eben der „Gleichung der Zeit" davon verschieden sind.

Wahrscheinlichkeits-Rechnung; Ars conjectandi, Calculus probabilitatis; *Calcul des probabilités.* In der Astronomie, auf welche ich die Betrachtung hier einzuschränken habe, der Inbegriff der anzuwendenden Methoden, um aus mehrfachen, keine genaue Uebereinstimmung gewährenden Beobachtungen, ein, das meiste Zutrauen verdienendes Resultat abzuleiten. Wenn man, um dieß gleich durch ein ganz gewöhnliches Beispiel zu verdeutlichen, zur (haarscharfen) Bestimmung einer (größeren) Entfernung, etwann der (vergl. Gradmessungen) Basis eines Meridiangrades, mehrere Messungen mit immer gleich großer Genauigkeit angestellt, gleichwohl aber nicht ganz genau übereinstimmende Maße, sondern einmal e, andere Male e', e'', e''' u. s. w. Fuße, Zolle, Linien dafür gefunden hat, wie Dieß bei der nothwendigen Unvollkommenheit der Instrumente, bei den vielen auf sie einwirkenden äußeren Umständen, und der Unzulänglichkeit der menschlichen Wahrnehmung ganz unvermeidlich ist; so bietet sich als das „wahrscheinlich" richtigste Resultat das „arithmetische Mittel" der verschiedenen Maße, also die Gleichung:

$$\text{Wahrscheinlich richtigste Entfernung} = \frac{e + e' + e'' + e''' \ldots}{n},$$

(wo n die Anzahl der Messungen) dar. Diese Art der Bestimmung ist in der Natur der Sache selbst begründet, wird schon vom Instinct des gemeinen Menschenverstandes („sens commun"), welcher gleich eine Fehler-Compensation ahnt, als die angemessenste erachtet, und führt, wie die Erfahrung lehrt, auch am nächsten zur Wahrheit, weßhalb sie denn das Princip der meisten Wahrscheinlichkeit, wie dieselbe für das endliche Wesen die Wahrheit vertritt, und somit der, die letztere suchenden „Wahrscheinlichkeitsrechnung", welche uns hier beschäftiget, abgibt. Die Darstellung eines solchen „arithmetischen Mittels" aus mehreren Beobachtungen, hat, wofern dabei nur von Einer Unbekannten die Rede ist, wie die obige Gleichung augenscheinlich zeigt, keinerlei Schwierigkeiten; sind aber in dieser Art mehrere Unbekannte zu ermitteln, oder sollen wenigstens die nicht ganz genau bekannten Werthe derselben schärfer bestimmt, sollen z. B. die Elemente einer Gestirnbahn aus wiederholten Beobachtungen der Himmelsorte dieses Gestirns zugleich corrigirt werden: so wird das Verfahren der Herleitung „arithmetischer Mittelwerthe" für jedes einzelne Element, von deren Gesammtheit jene Gestirnorte Functionen abgeben, offenbar verwickelter. Die beiden dazu, namentlich von der Astronomie, dann in Anwendung zu bringenden Verfahrungsarten habe ich in den besondern A. A. Methode der Bedingungsgleichungen und Methode der kleinsten Quadrate ausführlich behandelt; und beider „Inbegriff", wie ich mich gleich Eingangs in der Definition ausdrücke, bildet also die astronomische Wahrscheinlichkeits-Rechnung, indem die solchergestalt gefundenen Resultate, wie man leicht einsieht, allerdings nicht Anspruch auf absolute Zuverläßigkeit, sondern nur auf diejenige größt-mögliche Wahrscheinlichkeit haben, welche für den endlichen menschlichen Verstand, wie gesagt, jene Stelle vertritt. — Auf diese Präcisirung des Begriffes astronomischer „Wahrscheinlichkeits-Rechnung" muß ich mich hier aber auch beschränken, den Lesern die Vergleichung der citirten beiden speciellen Art. Bedingungsgleichungen und Methode der kleinsten Quadrate, deren Entwicklungen ich nicht nochmals wiederholen darf, und in deren letzterem sich zugleich die histori-

ſchen, gleichwie reichhaltige litterariſche Notizen finden, ſelbſt anheim gebend, indem ich vervollſtändigend ſchließlich nur noch hinzufüge, daß auch der vom verewigten Wiener Aſtronomen Littrow für die mehrmals citirte neue Ausgabe von Gehler's „Phyſikal. Wrtrb." gearbeitete, erſt indeß erſchienene Artikel Wahrſcheinlichkeits-Rechnung, welcher nur für unſere Zwecke zu viel Analyſis enthält, große Beachtung verdient.

Wanken (Schwanken) der Erdaxe, Nutation; Nutatio, Deviatio; *Nutation*, Deviation. So heißt beſonders* diejenige periodiſche Veränderung in der Größe des ſtetigen Vorrückens der Nachtgleichen, welche, wie ſchon in dieſem letzteren Artikel, gleichwie in Gleichung der Nachtgleichenpuncte, mit Verweiſung wegen des Näheren hierher, bevorwortet worden iſt, daher rührt, daß die Bahn des Mondes, aus der dieſes Geſtirn anziehend (perturbirend) auf die den Aequator des Erdſphäroids, angeführtermaßen, „wulſtartig" umgebende Maſſenanhäufung wirkt, nicht mit der Ekliptik zuſammenfällt, ſondern gegen dieſelbe, und zwar mit Veränderung der Lage, geneigt iſt, wodurch jenes Vorrücken alſo Modificationen erleidet.

Man ſtelle ſich, um von dieſer Sache nur erſt einen allgemeinen Begriff zu erlangen, den von dem angegebenen „Wulſte" umringten Erdäquator, ferner die gegen denſelben um 23½° geneigte Ekliptik, und endlich die, hinwiederum die letztere unter einem Winkel von 5° durchſchneidende Mondbahn vor, und erinnre ſich (aus Knoten, S. 921) zugleich daran, daß die Puncte dieſes Durchſchnittes, d. h. eben die „Knoten der Mondbahn", dabei eine ſehr ſchnelle rückläufige Bewegung längs der Ekliptik haben, der zu Folge ſie dieſelbe in (vergl. hinten) einer Zeit von etwann 18 Jahren* völlig durchlaufen. Steht alſo heute z. B. der aufſteigende Knoten der Mondbahn im Frühlingspuncte, ſo liegt ſie (ihre eine Hälfte) 5° nördlicher (und die andere um ſoviel ſüdlicher; — wir wollen die Betrachtung aber auf die nördliche Halbkugel des Erdſphäroids beſchränken), als die Ekliptik, vom Erdäquator mit ſeinem Wulſte: die Ekliptik findet ſich dann zwiſchen dieſem und ihr; — gelangt aber, in Gemäßheit jener Bewegung, nach (18½ =) 9 Jahren, vielmehr der niederſteigende Knoten in den Frühlingspunct, ſo fällt die Mondbahn (ihre nördliche Hälfte) nunmehr um jene 5° ſüdlich von der Ekliptik und ihrerſeits zwiſchen dieſe und den Aequator. Der Winkel der Mondbahn mit dem letzteren beträgt demnach in dieſem Falle nur (23½ − 5 =) 18½°, in jenem aber (23½ + 5 =) 28½°, d. h. der Mond entfernt ſich in ſeiner größten (nördlichen) Breite einmal um (28½ − 18½ =) 10° mehr als das andere Mal vom Aequator (kommt den Polen der Erde ſoviel näher)**, und wirkt alſo dann auch um ſoviel gerader, und daher energiſcher als ſonſt, auf die, wie wir wiſſen, das „Vorrücken der Nachtgleichen" bedingende „äquatoriale Wulſt", welche Verſchiedenheit der Sollicitation, in dieſer Art, natürlich auch die Pole, d. h. die Axe des Erdkörpers, afficirt, und letztere, wie man ſich ausdrückt, in dasjenige, die Präceſſion modificirende „Schwanken" oder „Wanken" verſetzt (ſie hin und her zieht), davon der Vorgang ſeinen Namen führt.

Vermöge dieſer Verſchiedenheit des anziehenden Mondeinfluſſes auf das Erdſphäroid, über welche Verſchiedenheit ich mich, nachdem alſo nur erſt der allgemeinſte Begriff von der Sache gegeben

* Ich ſage „beſonders," indem das „Wanken der Erdaxe," wie man ohnedieß leicht einſieht, nicht weniger einen Einfluß auf die „Schiefe der Ekliptik" äußert, von welchem ich unten ſogar zuerſt zu ſprechen gezwungen bin.

* Genauer (l. c.) 18 Jahre 7½ Monate, worauf es aber hierbei nicht ankommt.

** Dieſes, alſo von einer 18jährigen Periode abhängige Höherſteigen des Mondes darf nicht mit demjenigen verwechſelt werden, welches wir aus ganz andern Gründen alle Winter eintreten ſehen, und worüber ſich der Art. Mond, S. 150, erklärt.

ist, nunmehr weiter erklären kann, und des also dadurch veranlaßten „Wankens der Erdaxe", bleiben die (Welt-) Pole am Himmel nicht genau in demjenigen Kreise, in welchem jeder von ihnen, des Vorrückens der Nachtgleichen (s. wieder diesen Artikel, S. 662) wegen, mit rückläufiger Bewegung, und in einem Abstande von 23½°, langsam um den betreffenden Pol der Ekliptik herum läuft; sondern sie (die sie verbindende, wankende Axe) beschreiben außerdem (vergl. hinten), und ebenfalls mit rückläufiger Bewegung, noch einen zweiten, kleinen (wenn ich so sagen darf „Bei"-) Kreis (Epicykel*, s. d. A.), auf welchen ich hernach, mit Beibringung einer Figur, zurückkomme, von „beobachtungsgemäßen"** 18 Secunden Durchmesser, in welchem die Weltpole alle 18 Jahre (8 Monate) einmal herumkommen, und wodurch also offenbar jene erstere, auf die Präcession bezügliche Kreisbewegung, sammt der Präcession selbst, verändert wird.

Die Idee eines solchen „Wankens der Erdaxe" — um den Gegenstand zugleich auch historisch zu verfolgen — finde ich schon in des uns aus dem Art. Fixsternverzeichnisse, S. 575 bekannten Englischen Astronomen Flamstead „Historia coelest. Britann. III. 113., welcher durch Newton's Betrachtungen über die anziehenden, ein solches „Wanken" involvirenden Wirkungen von Mond und Sonne auf den äquatorialen Wulst des Erdsphäroids („Princip". III. prop. 39. Seite 560 unserer Genfer Ausgabe), sehr natürlich darauf geführt worden ist; auch äußert Römer (vergl. über ihn Band II. S. 48 unseres Werkes) ähnliche Gedanken (Basis Astron. Havniae. S. 60): „Expertus sum, esse quandam in declinationibus varietatem, quae nec refractionibus nec parallaxibus tribui potest, sine dubio *ad vacillationem aliquam poli terrestris* referendam, cujus me verisimilem dare posse theoriam observationibus munitam spero". Allein die damaligen (Römer's Aeußerung rührt aus dem Jahre 1692 her) Werkzeuge waren zu „observationibus" von dieser Feinheit noch viel zu unvollkommen.

Jacob Bradley, der berühmte Entdecker der Abirrung des Lichtes (s. d. A. S. 9 und flgd.) suchte sich anfänglich die, aus letzterer Ursach herrührenden scheinbaren kleinen Bewegungen der Fixsterne durch ein solches „Wanken der Erdaxe" zu erklären, fand aber bald den im genannten Artikel nachgewiesenen wahren Grund; — bei den dadurch veranlaßten äußerst genauen, von 1727 bis 1747 fortgesetzten Beobachtungen veroffenbarte sich ihm indeß auch diejenige Verschiedenheit in dem Vorrücken der Nachtgleichen, von welcher hier die Rede ist, und die wir eben aus der Nutation erklären.

Im Jahre 1727 nämlich, da der aufsteigende Knoten der Mondbahn (also derjenige, von welchem an ein Gestirn sich unserm — dem Nord- — Pole mehr nähert) im Frühlingspuncte lag, zeigte sich das „Vorrücken" der am Kolur der Nachtgleichen stehenden Sterne etwas größer als sonst; im Jahre 1732 (oder vielmehr nach 4¼ Jahren, als dem vierten Theile der oben zu 18 Jahren angegebenen Periode des den Vorgang veranlassenden Mondknoten-Umlaufes), nachdem dieser Knoten bis zum Winterpuncte zurückgegangen war, hatte dasselbe seine gewöhnliche mittlere Größe; in den folgenden Jahren ward es bis (1727 + 9 =) 1736, wo derselbe Knoten zur Herbstnachtgleiche kam, geringer, nahm nun in der folgenden Hälfte des Umlaufes neuerdings zu, so daß es (1727 + 3. 4¼ =) um 1741 abermals seine mittlere Größe erreichte, und war (1727 + 18 =) 1745, also nach dem ganzen Ablaufe der 18jährigen Periode, wieder

* Ich komme sogleich auf diesen „Beikreis," „Epicykel," zurück.

** Ich sehe nämlich von der Möglichkeit, außer dem Wanken selbst, auch seine bestimmte Größe aus der bloßen Theorie herzuleiten, ab, halte mich bloß an die allerdings „beobachtungsgemäße," im Betrage der Präcession vorgehende periodische Ab- und Zunahme, und finde dieselbe erklärt durch die obige Postulirung der Polbewegung im „Beikreise" von 18 Secunden Durchmesser, welche 18" ich also auch als „Beobachtungs-" Resultat bezeichnen darf.

eben so groß, als zu deren obigem Anfange 1727. Dabei hatten die Sterne, welche dagegen am Kolur der Sonnenwenden standen, ihre Abweichung von 1727 bis 1736 um 18″ weniger, von 1736 bis 1745 aber gerade um 18″* mehr, als es die mittlere Größe des Vorrückens erfordert, verändert, dergestalt, daß sie zu Ende jener Periode des Mondknoten-Umlaufes, abgesehen von dem allgemeinen Einflusse der Präcession, genau wieder in den anfänglichen Himmelspuncten standen.

Bradley ward, wie wir diese Ansicht von den Gründen des Vorganges sofort anticipirt haben, bald überzeugt, daß die beobachteten Ungleichheiten lediglich den Einwirkungen des Mondes zuzuschreiben seyen. Dieser hatte sich im Jahre 1727, als der aufsteigende Knoten seiner Bahn in den Frühlingspunct fiel, in seinen größten Breiten, wie gesagt, auf (23½ + 5 =) 28½° vom Aequator entfernen (den Polen also mehr nähern) können, wogegen (9 Jahre später) 1736, beim Zusammentreffen des niedersteigenden Knotens mit jenem Puncte, die größte Entfernung nicht über (23½ − 5 =) 18½°** stieg; und die Wirkung des Mondes auf den Aequator der Erde, d. h. auf die denselben umringende „Wulst" von mehrerer Materienanhäufung, auf welche „Wulst" ich immer zurückkommen muß, war also zu jener ersteren Zeit unter einem viel größeren Winkel, und solchergestalt, mit Beförderung der Präcession, gerader, energischer, als im letzteren erfolgt u. s. w. Da Bradley am angegebenen Ende der Periode hierüber keinen weiteren Zweifel behielt, so machte Er diese scheinbare Bewegung der Fixsterne (diese Anomalie im sonst regelmäßigen Verlaufe des „Vorrückens der Nachtgleichen" und dem Einflusse davon auf die Länge jener Gestirne) mit ihren Gesetzen, jedoch ohne weitere bestimmte Erklärung, 1748 in den „Transactionen" („Philos. Transact." Nr. 458.) bekannt, und theilte seinen Aufsatz dem damaligen Secretair der Pariser Akademie, Mechain, mit. Dieser sah aber, wie uns Lalande „Astronomie." §. 2858. weiter berichtet, sogleich ein, daß es zur Erklärung dieses Vorganges, in seiner Beziehung zu einem „Wanken der Erdaxe", und allen seinen Erscheinungen vollkommen hinreiche, anzunehmen, daß die Erdpole (jeder derselben) während der Umlaufsperiode der Mondknoten den erwähnten kleinen Kreis von 18″ Durchmesser beschreiben, und zu dessen versprochener näheren Betrachtung ich nunmehr übergehe

Sey nämlich Fig. 5* der Tafel XXII. E der Nord-Pol der Ekliptik, und P der nördliche Weltpol (worauf ich mich also, da es sich mit dem Südpole natürlich eben so verhält, beschränke), in ihrem gegenseitigen (dem Winkel der Ekliptik mit dem Aequator gleichen) Abstande von 23½°; ♈ P ♎ der Kolur der Nachtgleichen; ♋ P ♑ der Kolur der Sonnenwende; und abcd der in Rede stehende kleine Kreis von 9″

* Man könnte sich durch diese Gleichheit der Zahlen: 18 Secunden und 18 Jahre, zur Annahme einer dießfallsigen Beziehung verleiten lassen, eine solche besteht aber nicht; die Knotenperiode ist, bemerktermaßen, vielmehr = 18 Jahre 7½ Monate, und oben nur in runder Summe gerade = 18 Jahren gesetzt.

** Die Ekliptik macht, um nochmals daran zu erinnern, mit dem Aequator einen Winkel von 23½°, die Mondbahn mit der Ekliptik aber einen Winkel von 5°. Fällt letztere also zwischen die Mondbahn und den Aequator, so kann sich der Mond in seiner größten, z. B. nördlichen Breite (23½ + 5 =) 28½° vom Aequator entfernen, wogegen diese Entfernung, wenn vielmehr die Mondbahn zwischen der Ekliptik und dem Aequator liegt, bei 5° südlicher Mondbreite nur (23½ − 5 =) 18½° beträgt. — Ich spreche, bevorwortetermaßen, von der nördlichen Hälfte der Mondbahn.

* Ich gebe zwar diese Figur, gleichwie es meine Vorgänger im Vortrage der nicht leichten Lehre von der Nutation gethan haben, gestehe aber, daß ich das Meiste dabei von der ganzen Anstrengung der Einbildungskraft meiner lieben Leser erwarte.

Halb- (den obigen 18″ Durch-) messer, in welchem also, wie ich ihn hier eben genauer bezeichnen wollte, der wahre, der am Himmel erscheinende Pol, wohin die Erdaxe wirklich gerichtet ist, um den mittleren, d. h. ohne Nutation Statt findenden (P) eben so rückwärts*, wie die Mondknoten laufen, von a durch b c d herumkömmt, und den ich dieser, in ihm vorgehenden Umkreisung des mittleren durch den wahren Pol wegen, wohl nicht unpaßlich einen „Beikreis“ oder „Epicykel“ ** genannt habe. Da die größte Breite des Mondes (wie überhaupt jedes Gestirns) allemal 90° von seinen Knoten Statt hat, so findet sich auch der wahre Pol auf diesem, von ihm zu durchlaufenden Kreise um 90° gerader Aufsteigung östlicher als der Ort des aufsteigenden Knotens (☊) in der Ekliptik: ist z. B. ☊ in o ♈, so steht der Pol in a; kommt jener nach (18/4 =) 4 1/4 Jahren rückwärts zu o ♉, so ist der Pol in b; und eben so erscheint derselbe in c und d, wenn der Knoten durch o ♎ und o ♋ geht. Steht der Pol des Aequators (der Weltpol) in a, so ist er vom Pole E der Ekliptik — und dieß wenigstens zeigt die Figur sichtbarlich — um den Durchmesser des „Beikreises“, um die angegebenen 18″, weiter entfernt, als wenn er (18/2 =) 9 Jahre darauf nach c kömmt; — und man sieht, um nur erst den Umstand wenigstens begreiflicher zu machen, daß das „Vorrücken der Nachtgleichen“ (die dadurch hervorgebrachte Affection der Länge, geraden Aufsteigung und Abweichung der Gestirne, bei alleiniger Unveränderlichkeit ihrer Breite, und also der Lage der Ekliptik, als Grundebene; ich komme gleich darauf zurück), in Gemäßheit einer derartigen gleichzeitigen Bewegung des Weltpols° im „Epicykel“ anders ausfallen muß, als wenn dieser Pol den Pol der Ekliptik so einfach umkreist, wie wir Dieß beim Absehen von der Nutation für das, wenn ich so sagen darf, „reine“ Vorrücken nachgewiesen haben.

Dieser, also durch die Figur veranschaulichten Ortsänderung des Pols des Aequators ferner, folgt aber natürlich letzterer (mit seinem „Wulste“) selbst; denn wenn der Pol in a, und also vom Pole E der Ekliptik um die angegebenen 18″ weiter als in c entfernt ist, so hat sich auch der Aequator von der Ekliptik, welche man hierbei, bevorwortetermaßen, als fest, und als „Grundebene“ betrachten muß, um so viel mehr entfernt; und der Winkel zwischen beiden, d. h. die „Schiefe der Ekliptik“ (vergl. d. A. S. 386) ist, wie ich zuerst nachweisen wollte, dabei um eben so viel verändert: findet sich nämlich der Weltpol P in b und d, also auf dem Kolur der Nachtgleichen, so steht er vom Pole E der Ekliptik um die mittlere Entfernung bE = dE = PE, der obigen 23 1/2° ab, und der Aequator selbst liegt also auch eben so weit von der Ekliptik; in c ist aber dieser Abstand um 9″ kleiner, in a dagegen um 9″ größer, so daß der ganze Unterschied, wie gesagt, auf (9 + 9 =) 18 Secunden steigt°.

* Die Figur war nämlich einmal so gezeichnet, wie auf ihr die Puncte ♉ ♎ ♋ ♈ rückwärts auf einander folgen, wogegen ich sonst das ♈ Zeichen immer rechts lege. Diese Bemerkung wird einer etwannigen Bedenklichkeit vorbeugen.

** Vergl. d. Art. Epicykel, in welchem „Beikreise“ die Griechischen Astronomen ebenfalls den wahren Planeten den gleichmäßig fortrückenden Mittelpunct „umlaufen“ ließen. — Vielleicht dient die Anwendung dieses einzigen, für den Vorgang sonst noch nirgend benützten Ausdruckes zur besten Verdeutlichung.

° Ich möchte dieß gern so anschaulich wie möglich machen, und gebe deßhalb noch die Hülfsfigur 6, in der E wieder den Pol der Ekliptik und P den Weltpol vorstellt, welcher sich in dem kleinen Kreise bewegt, indeß dieses Kreises Mittelpunct c in dem großen Kreise um jenen ersteren Pol so fortrückt, wie es dem („reinen,“ von der Nutation nicht afficirten) „Vorrücken der Nachtgleichen“ gemäß ist.

°° Leser, welche namentlich über diesen Einfluß der Nutation auf Aenderung der Schiefe der Ekliptik noch tiefere Erörterungen, als der Plan meines Werkes gestattet, verlangen sollten, muß ich auf Lalande: „Astronomie.“ Li-

Um hiernächst aber auch von dem oben gleichfalls nur erst allgemein angedeuteten Einflusse der Nutation auf diejenige Aenderung der Länge, geraden Aufsteigung und Abweichung der Gestirne, welche das (reine) „Vorrücken der Nachtgleichen", ohne eine derartige Modification hervorbringen würde, mit Bezug auf die Figur den versprochenen bestimmteren Begriff zu geben; so sey, in dieser Figur, T ein Stern, dessen Abstand vom Pole E der Ekliptik, d. h. das Complement der, bey dieser Bewegung des Weltpoles, bevorworteter-maßen, allein unverändert bleibenden Breite, also durch TE ausgedrückt wird. Wenn nun eine solche Bewegung des Weltpols im hier betrachteten kleinen „Beikreise", und solchergestalt eine Nutation überhaupt nicht Statt hätte, so wäre und bliebe, mit der alleinigen Veränderung, welche das (reine) Vorrücken der Nachtgleichen darin hervorbringt, TP der Abstand des Sterns vom Weltpole, = dem Complemente der Abweichung; PET die mittlere Länge von o ♈ an westwärts gerechnet; und EPT die, von dem Kolur PE ostwärts genommene mittlere gerade Aufsteigung, als diejenigen drei Bestimmungen, die zunächst durch das Vorrücken afficirt werden; und jene ihre Veränderung würde sich auf den Einfluß beschränken, den die bloße Kreisbewegung des Weltpols P um den Pol E der Ekliptik, als Bedingung des Vorrückens, hervorbringt. Da ersterer Pol aber, eben der zugleich mitwirkenden Nutation wegen, außerdem auch noch den in Rede stehenden Beikreis beschreibt, und darin z. B. nach S versetzt wird, so sieht man augenscheinlich, wie sich in Folge davon die Lage der auf den Weltpol bezüglichen Koluren der Nachtgleichen und Sonnenwenden, und also das Verhältniß der genannten drei Daten alterirt findet*. Auf weitere Entwicklung der betreffenden Formeln kann ich mich aber, so wenig als Dieß im vorangehenden Artikel „Vorrücken der Nachtgleichen" geschehen ist, einlassen: man findet dieselben sehr schön beim Lalande l. c.; und ich beschließe daher den Vortrag über das „Wanken der Erdaxe" (die „Nutation") hiermit, indem die historischen Notizen schon gelegentlich beigebracht sind, und in literarischer Hinsicht etwas Besseres als die citirte ausführliche Arbeit von Lalande*, welche ich nur nach bestem Vermögen gemeinfaßlicher darzustellen bemühet gewesen bin, wohl schwerlich wird empfohlen werden können.

Wanken (Schwanken) des Mondes, s. Libration.

Wasser; Aqua; *Eau*. Diese Flüssigkeit kann ich in meiner astronomischen Arbeit natürlich nur unter dem anmuthigen Gesichtspuncte planetarischer Analogie erwähnen. Unter diesem Gesichtspuncte habe ich aber das Vorhandenseyn einer dem irdischen Wasser ähnlichen Flüssigkeit namentlich für den Planeten Jupiter (S. 830), Mars (S. 76 und 78) und Saturn

vre XVII. „de la Nutation," aber dießmal, statt auf die gewöhnlich von mir citirte zweite, auf die 3te Auflage verweisen, wo der Gegenstand mit aller Ausführlichkeit behandelt wird.

* Ich habe das Detail dieser, von der Ortsveränderung des Pols abhängigen Lagenveränderung der ihn durchschneidenden beiden Koluren und der Folgen davon auf die Länge, gerade Aufsteigung und Abweichung des Sterns für Leser, denen dasselbe nicht zu steril vorkommt, in der Figur angegeben. Andere Leser werden sich die darauf bezüglichen Hülfslinien leicht wegdenken.

* Ich finde in meinen Notizen zwar noch einer andern Arbeit über Präcession und „Nutation" von dem Englischen Mathematiker Simpson (Robert. Professor der Mathematik zu Glasgow, und als solcher gestorben daselbst 1768): „Miscellan. tracts." 1757 mit großem Lobe erwähnt; allein Lalande hat dieselbe, wie ich eben sehe, auch gekannt, und sagt, sie anführend („Astronomie." 2te Ausg. §. 3526), ausdrücklich: „je profiterai de ce travail, mais je tâcherai d'en simplifier toutes les parties d'une manière encore plus satisfaisante." — so daß sein Vortrag doch wohl den ersten Rang, welchen ich demselben oben anweise, verdienen wird

(S. 378) mit der allergrößten Wahrscheinlichkeit dargethan, und verweise Leser, welche sich mit mir an dergleichen „planetarischen Analogien" erfreuen, besonders gern dahin.

Welt; Mundus; *Monde*. Allgemein der Inbegriff alles Erschaffnen; unter dem engeren astronomischen Gesichtspuncte, die Gesammtheit der Gestirne (Himmels- oder Weltkörper Corpora coelestia; *Corps célestes*), sammt dem von ihnen erfüllten Himmels- (Welten-) raume, wofür man zusammen auch den Ausdruck Universum (Weltall, Schöpfungsall) anwendet. Gewöhnlich betrachten wir aber das „Weltall" nicht geradehin in dieser Gesammtheit, sondern unterscheiden die von uns selbst bewohnte und daher näher gekannte und bevorzugte Erde von den übrigen Gestirnen (Himmelskörpern), wiewohl sie nicht weniger nur dazu gehört, und theilen demgemäß die „Welt" in Himmel und Erde, als Gegensätze; ja wir schränken zuweilen den Begriff der „Welt", wie in den Ausdrücken Weltmeer, Welttheil, bloß auf die Erde ein. Ferner versteht man unter „Welt" in weiterer, wenn auch noch nicht in der obigen richtigen allgemeinsten Bedeutung, ein System mehrerer, in einer besondern Verbindung stehenden Himmelskörper, und bezeichnet demgemäß z. B. den Jupiter mit seinen Monden als *„Mundus" Jovialis*; und in ähnlicher Weise drückt die bekannte Redensart „Mehrheit der Welten" (Fontenelle's berühmte „Pluralité des mondes", ich komme im Art. Weltgebäude darauf zurück) meistens nur eine Mehrheit solcher Himmelskörper (Gestirne), wie unser Planet Erde, aus, obwohl auch in einem ausgedehnteren Sinne, z. B. bei Anführung der Wunder der „Fixsternwelt", Gebrauch davon gemacht wird.

In Gemäßheit desselben Sprach-Gebrauchs sagt man statt „Planeten"- oder „Sonnensystem" Weltsystem, daher ich in jenen beiden Artikeln auf den letzteren, bald folgenden verwiesen habe; durch „Weltgebäude" (vergl. auch diesen, gleich folgenden besondern Artikel) endlich aber charakterisirt man die, unter dem Gesichtspuncte ihrer gegenseitigen Anordnung betrachteten Weltkörper, wie ich Ideen über diese gegenseitige Anordnung in dem, dem ersten Bande unseres Werkes, S. 1018 flgd. beigegebenen Anhange „Von der Architektonik des Himmels" entwickelt habe.

Weltaxe; Axis mundi; *Axe du monde*. Die von dem einen Weltpole (vergl. d. A.) zum andern gedachte, und also bei der scheinbaren täglichen Himmels-Umdrehung unbewegt bleibende Gerade.

Man versinnliche sich die frei im Himmelsraume schwebende, von den, diesen Raum erfüllenden Gestirnen, namentlich den Fixsternen umgebene Erdkugel. Bei der Unermeßlichkeit des Abstandes dieser Sterne wohnt dem Beobachter auf dem Erdkörper über ihre wahre Entfernung kein Urtheil bei: er wähnt sie alle gleich weit entfernt; und es scheint ihm also, als wenn er sich mit seiner Erde im Mittelpuncte einer concentrischen Hohlkugel* befinde. Da sich die Erdkugel hierbei, wie wir wissen, zugleich in einer rotatorischen täglichen Bewegung von Westen nach Osten befindet, so wollen wir uns durch diesen ihren „concentrischen" Mittelpunct einen, an den entsprechenden Oberflächenpuncten hervortretenden Stock oder so etwas denken, um welchen die gedachte Rotation erfolge, und welcher demnach die Erdaxe der Rotation abgibt, und die Rotations-Erdpole (den nördlichen und südlichen), in der uns nicht weniger bekannten Bedeutung dieser Ausdrücke bezeichnet. Ueberträgt man dagegen, indem man die Erdkugel als stillstehend annimmt, ihre tägliche Rotation von Westen nach Osten, vielmehr der sie concentrisch umgebenden Himmels-

* Diese, aller sphärischen Astronomie zu Grunde liegende Vorstellung, wie ich sie an vielen Orten unseres Werkes (Breite, geographische, S. 135, Erde, S. 349, Kugeldreieck, S. 981 u. s. w.) hervorgehoben habe, kann nicht geltend genug gemacht werden; und ich hole gern etwas weiter aus, um nur Gelegenheit zu finden, auch das, was ich über „Weltaxe" sagen muß, in ihrer Verbindung vorzutragen.

kugel mit ihren Sternen, in der entgegengesetzten Richtung von Osten nach Westen, so werden alle Sterne größere oder kleinere und immer kleiner ausfallende Kugelkreise um die gedachte Erdaxe beschreiben, bis ein Stern, welcher genau dem einen, oder ein Stern, welcher genau dem andern der Erdpolpuncte selbst entspräche (senkrecht darüber wäre), gar nicht mehr zu kreisen, sondern bei dieser Himmelsdrehung ganz still zu stehen scheinen (in relativer* Ruhe verharren) würde. Jetzt verlängere man in Gedanken jene, die Erdaxe abgebende Gerade (jenen Stock), an beiden Enden, bis zu den also bestimmten, unbewegt bleibenden Sternen, oder doch Himmelspuncten überhaupt, und welche somit, als „Weltpole", den Erdpolen correspondiren, so wird die diesergestalt verlängerte Erdaxe, unserer obigen Definition gemäß, zur Weltaxe, indem sie nunmehr eine, die beiden Weltpole, den nördlichen und südlichen verbindende, und gleich ihnen, bei der scheinbaren täglichen Himmelsbewegung, unbewegt bleibende Gerade abgibt.

Neben der, also durch die Unermeßlichkeit der Fixstern-Entfernung bedingten Kugelgestalt der den Erdkörper umgebenden, eingebildeten Himmelshülle, und unseres vermeinten Einnehmens des Centrums der Kugel, hat die Größe jener Entfernung aber auch noch die Folge, daß die Erde dagegen gleichsam zum Puncte zusammenschrumpft, d. h., daß sich alle von ihrer Oberfläche nach den Weltpolen gedachten Gesichtslinien, in vollkommenster Strenge, als Parallelen der „Weltaxe" darstellen, und letztere also überall durch das, nach dem Weltpole (nach einem diesen Pol bezeichnenden, — vergl. Polarstern — wenigstens postulirten Fixsterne) gerichtete Auge des Beobachters geht. Seyen Fig. 7 der Tafel XXII. P, P′ die beiden Erdpole, und sey P″ P‴ also die „Weltaxe", so sieht ein, im verlängerten Erdradius CA stehender Beobachter, und dessen Zenith demgemäß nach Z hinaus liegt, den Weltpol WP″ in der, genau mit der Weltaxe P″P‴ parallelen Richtung AWP″: wenn dieser Beobachter sein Auge A nach dem Weltpole (nach einem denselben genau einnehmenden Sterne, wie dieß mit dem deßwegen citirten Polarsterne wenigstens nahe der Fall ist) richtet, so fällt diese Gesichtslinie, dieser Visionsradius, mit der Weltaxe zusammen, er gibt dieselbe ab; der Winkel WAZ ist genau = PCA und hat also, wie letzterer, den Bogen PA zum Maße°, welches nicht der Fall seyn könnte, wenn nicht, der Unermeßlichkeit der Fixstern-Entfernung und der nur Punct-groß im Centrum der Fixstern-Himmelshohlkugel anzunehmenden Erde wegen, worauf ich eben die ganze Betrachtung basiren wollte, P′P″ sowohl als AWP″ die „Weltaxe" abgäben; — und nur aus diesem Grunde haben wir, wie ich zugleich bemerke (Gnomonik, S. 668), auch die Zeiger der Sonnen-Uhren auf der ganzen Erdoberfläche als Parallelen der (Erd- d. h. der) „Weltaxe" ansehen dürfen.

Die Weltaxe ferner bildet die Axe des Aequators und der ihm gleichlaufenden Tagkreise, Wendekreise, Polarkreise ab; und ihr Winkel mit dem Horizonte eines Ortes schließlich ist, wie sich meine Leser durch eine leichte Zeichnung selbst überzeugen werden, immer dem Winkel der Polhöhe (geographischen Breite) dieses Ortes gleich.

Weltenschöpfungsstoff; in der Bildung eines Lateinischen Ausdruckes will ich meinen lieben Lesern nicht vorgreifen; *Matière rare et diffuse, répandue dans l'univers, et dont tous les corps célestes ont été formés* (vergl. unten). Ich habe an mehreren Stellen meines Werkes, z. B. Band I. S. 572

* Ich unterstreiche das Wort nicht ohne Absicht; denn wenn die ganze Himmelskugel als drehend angenommen wird, so dreht sich der Polpunct (ein ihn bezeichnender Stern) gewiß auch mit; er drehet sich aber nur in sich selbst, ohne die Ortsveränderung der sämmtlichen übrigen Sterne, und ist also in sofern in Ruhe, welche aber wirklich nur eine „relative" ist. — Ich weiß, wie oft dieß Anstoß gibt.

° Vergl. Bd. I. S. 135 unseres Werkes, wo wir ganz denselben Satz angewendet haben.

S. 1031 u. f. w. auf die unabweisliche Nothwendigkeit hingewiesen, im Universum einen feinen Stoff anzunehmen, durch dessen allmälige Zusammenballung und Verdichtung nicht nur die schon vorhandenen Gestirne entstanden sind, sondern auf welchen die Schöpfungskraft der Natur, als Dienerin in diesem Plane, zur Darstellung neuer solcher Weltkörper noch unaufhörlich zu wirken fortfahren, demgemäß die Schöpfung, statt als ein geschloßner, vielmehr als ein fortgehender Act schöpferischer Allmachtsäußerung der Gottheit betrachtet werden muß; — und ich habe jenen Stoff, den Sie, oder also die von Ihr beauftragte Natur, dabei benützt, gewiß nicht unpaßlich mit dem voraufstehenden Namen des „Weltenschöpfungsstoffes“* belegt. Die biblische Vorstellung eines „Ausruhens Gottes von Seinem Schöpfungstagewerke“ muß von ihrem Standpuncte aus interpretirt werden; die Wissenschaft huldiget einer hehreren Ansicht, und läßt der Unendlichkeit der Zeit und des Raumes eine Unendlichkeit steter Production entsprechen, wozu sich nach meinen Ueberlegungen nun eben der „Weltenschöpfungsstoff“ darbietet.

Während ich aber noch mit der Ausbildung dieser Ideen in meinem Sinne beschäftiget bin, stoße ich auf ähnliche erhabene Gedanken bei Herschel (dem „Großen“, wie ich Ihn immer von seinem wackren Sohne John Herschel unterscheide) und Kant, dem Königsberger Weltweisen, und es gereicht mir zur Genugthuung, verwandte Aeußerungen solcher Männer zur Unterstützung meiner Ansicht vortragen zu können.

Die Aeußerungen Herschel's zunächst über die Nothwendigkeit der Annahme eines „Weltenschöpfungsstoffes“ finden sich vortrefflich zusammengestellt in der vom Französischen Akademiker Fourier (gest. 1829), in der Sitzung der Pariser Akademie vom 7. Juni 1824. vorgetragenen Analyse der Arbeiten und Meinungen des Britischen Astronomen. Fourier hebt mit Herschel's Beobachtungen über die Beschaffenheit der Nebelsterne* und Nebelflecke des Fixsternhimmels an, und führt dann (ich beschränke mich auf einen Auszug) folgendergestalt fort: „Die Betrachtung der Gesammtheit dieser Umstände leitete Herschel sehr natürlich auf die, an mehreren Stellen seiner Werke** vorgetragenen Ideen eines (vergl. die Definition zu Eingange) durch das ganze Universum verbreiteten, eigenthümlichen feinen Stoffes, aus welchem sich allmälig sämmtliche Himmelskörper gebildet haben. Der, zum Behufe einer solchen Gestirnbildung, wie gesagt, in allen Regionen des Weltalls vorhandene (und, sonach wirklich „Weltenschöpfungs“-) Stoff zeigt aber sehr ungleiche Grade der Verdichtung, und ist namentlich in den Gestirn-Nebelmassen und den Kometen nur erst noch in luft- (gas-) förmiger Gestalt vorhanden. Das Princip der Gravitation findet sich nicht auf die schon formirten Systeme von Weltkörpern eingeschränkt, sondern ist in allen Puncten des Raumes thätig, und überall der Ausdehnungs-Kraft† entgegenge-

* Leser, welche sinnlichere Andeutungen eines solchen, im Universum verbreiteten Stoffes verlangen, verweise ich auf den sich unter Ihren Augen bildenden sogenannten „Sonnenstaub,“ welcher höchst wahrscheinlich in einer viel engeren Beziehung zu den Schöpfungsprocessen steht, als man bei der scheinbaren Unbedeutendheit seines Vorkommens anzunehmen geneigt ist.

* Vergl. d. Art., welchen ich mit Verweisung hierher ausdrücklich als eine Vorbereitung auf den gegenwärtigen Vortrag bezeichnet habe.

** Man besitzt, wie meine Leser, Behufs eigener Vergleichung, hier wohl gern bemerkt finden, zwei deutsche Bearbeitungen von Herschel's schriftstellerischen, in den „Philos. Transact.“ zerstreueten Leistungen: „Ueber den Bau des Himmels.“ Von W. Herschel. Deutsch durch Pfaff (dem Erlanger Professor). Dresden. 1826. gr. 8.; und „Herschel's Entdeckungen in der Astronomie.“ Durch denselben. Stuttgart, 1828. 8. — Die obige Ansicht eines „Weltenschöpfungsstoffes“ findet sich darin passim mehr und weniger bestimmt ausgesprochen.

† Diese Ausdrücke gebraucht Fourier für den von der dynamischen Naturlehre als „Vis attractiva“ und „Vis repulsiva“ bezeichneten Dualismus.

setzt; und man sieht demnach ein, daß die davon abhängige durchgängige Attraction jenen Stoff allmälig hat vereinigen und die Gestirne daraus bilden können; gleichwie die Nebelsterne sichtbarlich nichts weiter als, wenn ich so sagen darf, Fixstern-Embryonen sind, die sich erst noch in einer solchen (fortgehenden) Bildung aus „Weltenschöpfungsstoff" befinden; — eine Ansicht Herschel's, welche sich vortrefflich an meine obige Forderung der nothwendigen Annahme fortgehender, nicht abgeschloßner, Schöpfungsthätigkeit der Allmacht anschließt. — Kant führt mich unten darauf zurück. Erhabener noch, und mit Erweiterung des Gesichtspunctes, drückt sich Kant, zu welchem ich sodann übergehe („Allgemeine Naturgeschichte des Himmels". — Eine an den vortrefflichsten Gedanken überreiche Arbeit. Vor mir liegt eine vierte Auflage, Zeitz. 1808. gr. 8. — S. 81 flgd.) über den Gegenstand aus. „Um der Bildung der Gesammtheit der Weltkörper nachzuspüren, ist es nothwendig, die mechanischen Gesetze der zu dieser Bildung zusammenstrebenden Materie (eben was ich „Weltenschöpfungsstoff" nenne) zu verfolgen. In dem unendlichen Raume des überall verbreiteten elementarischen Grundstoffs muß dieser Stoff an irgend einem Orte die dichteste Häufung gehabt haben*, um durch die daselbst vorzugsweise bewirkte Vereinigung dem Ganzen, oder vielmehr seinem, in unserer beschränkten Vorstellung, dasselbe vertretenden Theile, eine ihm zur Unterstützung dienende Masse haben verschaffen können. Zwar scheint dieser Vorzug irgend einem bestimmten Puncte nicht zu gebühren; allein es darf doch angenommen werden, daß einige particulare Formationen eine kräftigere Anziehungskraft als andere gehabt haben; und man darf daraus folgern, daß sich nur erst von hier aus die Bildung weiter erstreckt, und mit steiger Fortschreitung auch in fernere Regionen verbreitet hat, und noch verbreitet, um den unendlichen Raum im Fortgange der Abhängigkeit mit Ordnungen und Welten zu erfüllen (ganz wie ich dieser vollkommensten Uebereinstimmung der Ansicht wegen vorn hierher verwiesen habe). „Lasset uns" fährt der ehrwürdige Kant, dessen Worte ich nun ganz unverändert anführe, sodann fort, „lasset uns dieser Vorstellung einen Augenblick mit stillem Vergnügen nachhangen. Ich weiß Nichts, was vermögend wäre, den Geist des Menschen zu einem so edlen Erstaunen anzuregen, als dieser Theil der, auf die successive Ausbauung der Schöpfung bezüglichen Theorie, indem dem Beobachter dadurch eine Aussicht in das unendliche Feld der Allmacht und Ihrer Schöpfungsthätigkeit, gleichwie Anwendung der nach den höchsten Gesetzen von Raum, Zeit in ihnen vertheilten Elementarstoffe eröffnet wird. Wenn man mir einräumt, daß die Materie, die den Stoff zur Bildung aller Welten abgibt, in dem ganzen unendlichen Raume der göttlichen Gegenwart nicht gleichförmig, sondern nach einem gewissen Gesetze mehrerer oder minderer Verdichtung vertheilt ist, nach welchem Gesetze die Zerstreuung des Urstoffs von einem bestimmten Puncte, als dem Orte der dichtesten Häufung, aus zunimmt; so wird die Bildung, in Folge der ursprünglichen Regung der Natur, zuerst bei diesem Centrum angehoben haben, und dann in nie abbrechender, eben so unendlicher Folge, als es die Unendlichkeit des Raumes und der Zeit selbst ist, allmälig vorschreiten; — die durchgängige Entstehung der schon vorhandenen und noch täglich neu entstehenden Gestirne aus diesem „Weltenschöpfungsstoffe", als der eigentliche Zielpunct meines Beweises, ist aber dann außer Zweifel gesetzt.

Mit diesen Betrachtungen Kant's und Herschel's, welchen ich an Erhabenheit Nichts hinzuzufügen weiß, breche ich den Vortrag über „Weltenschöpfungsstoff" ab, mich, wie gesagt, glücklich schätzend, zwei solche Auctoritäten wegen Beibringung eines Artikels für mich anführen zu können, welcher freilich sonst in einem astronomischen Lehrbuche, so viel ich weiß, Aufnahme noch nicht gefunden hat*, nach den obigen Auseinanderse-

* Nur mit andern Worten Herschel's obige Forderung der Annahme „ungleicher Verdichtung des Weltenschöpfungsstoffes in den verschiedenen Regionen des Universums."

* Beziehungsweise habe ich von der Lehre

tungen und meinem Vorgange, aber künftig ganz darin doch wohl nicht mehr wird übergangen werden dürfen.

Weltgebäude, Weltbau, Weltall, Universum; *Mundus universus*, Systema mundi s. cosmicum, Fabrica mundi; *Monde*, l'Univers. Der (vergl. Welt) Inbegriff aller Weltkörper, in ihrer Ordnung und Verbindung betrachtet. Obgleich das in seiner ganzen Ausdehnung hierüber Vorzutragende allerdings nur auf Analogie beruhet, so besitzen wir doch von demjenigen Theile des „Weltbaues", welchen unser Sonnensystem mit dem dazu gehörigen Planeten Erde einnimmt, hinreichend genaue Kenntnisse, um eine solche Analogie darauf begründen zu können*. In diesem bekannten Theile des „Weltbaues" aber nimmt die leuchtende und wärmende Sonne den vornehmsten, den Mittelplatz, ein, und findet sich in demselben von einer Anzahl, eigenen Lichtes und eigener Wärme entbehrender Haupt- und Nebenplaneten und Kometen umlaufen, die dieses Licht und diese Wärme von ihr empfangen, und dadurch zu Wohnplätzen empfindender und genießender Wesen geschickt werden, wogegen, im Austausche, vielleicht ein anderer Stoff von den Planeten, welche man hierbei ungern als ganz passiv denkt, zur Sonne zurückfließt. Verbindet man hiermit diejenige Idee unserer früheren Astronomie, die in jedem Fixsterne (vergl. d. A. S. 541) eine Sonne annahm, so drängt sich unwiderstehlich die Vermuthung auf, daß auch jede dieser Sonnen wiederum ein Gefolge von Planeten habe, eine Ansicht, welche nur durch die Erhabenheit der neuesten Entdeckungen übertroffen wird, denen zu Folge ein Theil dieser Fixsterne (vergl. wieder d. A. S. 560), als Doppelsterne, vielmehr sogar unter dem Gesichtspuncte von Sonnen höherer Ordnung betrachtet werden muß, deren Gefolge nicht mehr auf bloße Planeten beschränkt ist, sondern vielmehr selbst wieder aus Sonnen von nur subalternerer Natur besteht. Schon die bezeichnete frühere Annahme aber vervielfältiget die Menge der Wohnplätze für empfindende und der Glückseligkeit fähige Geschöpfe auf eine alle unsere Vorstellung weit übertreffende Weise; und es ist eben diese der unendlichen Größe und Güte des Schöpfers so würdige Lehre, welche man unter dem Namen der „Lehre von der Mehrheit der Welten", „Pluralité des mondes", begreift, wie namentlich der geistreiche Fontenelle sein bekanntes betreffendes, von mir bereits im Artikel Welt erwähntes Werk (ich komme hinten darauf zurück) benennt.

Selbst die Weltweisen des Alterthums, wiewohl man zu ihrer Zeit von der Entfernung und der Größe der Gestirne nur noch sehr unvollkommne Begriffe hatte, hingen dieser Lehre an. Man findet viele darauf bezügliche Behauptungen namentlich beim Plutarch: „De placitis Philos." L. I. cap. 5. II. cap. 13. 30. Die Pythagoräer Philolaus, Nicetas und Heraklides lehrten, daß jedes Gestirn eine Welt sey; die Unzählbarkeit dieser Welten war (vergl. *Lucret.* „de rerum natura." Lib. II. v. 1086.) ein eigener Satz des Epikureischen Lehrgebäudes; und Metrodor von Ephesus sagt ausdrücklich, „in den unendlichen Raum nur Eine Welt setzen, sey eben so ungereimt, als in einem unermeßlichen Felde nur Eine Aehre zu suchen". Auch Xenophanes, Zeno von Elea, Anaximenes und Anaximander lehrten die Vielheit der Welten, und nahmen Bewohner der Gestirne an. Sehr umständlich sind diese Meinungen der Alten beim Fabricius in der Bibliotheca Graeca. T. 1. cap. 20. zusammengestellt.

Das Copernikanische System, indem es den Fixsternen richtigere Entfernungen und Größen anwies, erweiterte und berichtigte diese Begriffe noch unendlich mehr; und die Aehnlichkeit dieser Ge-

vom „Weltenschöpfungsstoffe" Anwendung gemacht im Art. Erde, S. 371, wo ich diesen Planeten aus concentrischen Schichten von einer nach dem Centrum hin wachsenden (l. c. steht durch einen übersehenen Druckfehler „wechselnden") Dichte solchen Stoffes entstehen lasse.

* In dieser nur allmäligen Vorschreitung bedinge ich mir nämlich aus, den hehren Gegenstand vortragen und erst schließlich auf die neuesten Arbeiten über seine ganze Unermeßlichkeit kommen zu dürfen.

ſtirne mit unſerer Sonne trat dabei immer beſtimmter hervor. Giordano Bruno, philoſophiſcher Schriftſteller dieſer Zeit (geborner Neapolitaner, nach wechſelndem Aufenthalte in Deutſchland und Italien als Ketzer verbrannt zu Rom 1600.), beſang damals die Lehre von der Unzählbarkeit der Welten in einem eigenen Gedichte: „De innumerabilibus, immenso et infigurabili“. Frf. 1591. 8. und verband damit die Idee von der Unendlichkeit des Weltbaues ſowohl dem Raume als der Zeit nach. Kepler dagegen wurde in der Erhabenheit dieſer Speculationen durch vorgefaßte Ideen von gewiſſen Verhältniſſen im Weltbaue, namentlich vom unbedingten Vorzuge unſerer Sonne, welche er als das „Herz des ganzen Univerſums“ bezeichnet, geſtört, und opferte den Schwärmereien, welchen wir ihn ſchon im Art. Kepler'ſche Regeln S. 910 ergeben gefunden haben, höhere Wahrheiten auf. Huygens dagegen, der uns ſo viel bekannt gewordene Haager Aſtronom des 17. Jahrhunderts, in ſeinem vortrefflichen Werke „De terris coelestibus earumque ornatu Conjecturae.“ Hagae Com. 1698. 4. bildete die vorangeführten Ideeen der Griechiſchen Weltweiſen und der Copernikaner immer weiter aus, und macht die Nothwendigkeit eindringlich, jede Fixſternſonne mit bewohnten Planeten zu umringen, „woraus eine über Alles erhabene Vorſtellung von der Pracht und Größe des Weltgebäudes entſpringe,“ und welche gleichwohl durch unſere ſchon oben gemachte Anführung über die neuere Entdeckung der Doppelſternſyſteme nach wieder ſo weit übertroffen wird. Vornehmlich hat ſodann der 1557 verſtorbene Franzöſiſche Akademiker Fontenelle, auf welchen ich hier zurückkommen wollte, in ſeinen berühmten „Entretiens sur la pluralité des mondes.“ Zuerſt Paris, 1686. 8. hernach unzählige Male, auch deutſch durch Mylius, mit Anmerkungen unſeres Berliner Hof-Aſtronomen Bode. Berlin. 1789. 8. dazu beigetragen, die Ueberzeugung von der Mehrheit der Weltkörper und ihrer Bewohntheit auch in weiteren Leſerkreiſen zu verbreiten; und in der neueſten Zeit ſind es beſonders Nürnberger's „Aſtronomiſche Reiſeberichte oder Skizzen einer planetariſchen Topographie“. Kempten, Dannheimer. 1837. 8. geweſen, durch welche die reizendſten Ideen von der Schönheit höher organiſirter Geſtirnbildungen Eingang gefunden haben. — Der Verlauf meines Vortrages, deſſen Gegenſtand von zu unermeßlicher Ausdehnung iſt, um ſich in die ſtrengſte ſyſtematiſche Form einengen zu laſſen, wird mir Gelegenheit zu noch mehreren hierher gehörigen ſolchen literariſchen Notizen verleihen.

Nach dem bis hierher Beigebrachten aber, und ſo weit unſere beſchränkten Einſichten überhaupt reichen, darf man das Weltgebäude demnach als eine Zuſammenſetzung zahlloſer Sonnenſyſteme von verſchiedenen Graden der Vollkommenheit betrachten, für welche Gradation ich namentlich auf die Doppelſternſyſteme hingewieſen habe, in denen, wie geſagt, Sonnen niederer Natur um eine höher organiſirte Sonne kreiſen, und deren Entdeckung unſeren Himmelsahnungen eine ganz neue Geſtalt verliehen hat. Aber ſelbſt unter dieſen Syſtemen und ihren Sonnen muß es, der Analogie gemäß, noch immer wieder weitere Subordinationen geben; und eine Grenze dafür dürfte nur geſucht werden, wenn eine ſolche Grenze in der Unendlichkeit ſelbſt anzunehmen wäre. Uns hingegen iſt in dieſer ganzen Unermeßlichkeit, in der ſich unſere Blicke vollkommen verlieren, Nichts als das einzige Syſtem, zu welchem unſere kleine Erde ſelbſt gehört, einigermaßen bekannter; und das Emporſchwingen zu den folgenden iſt uns, vom gegenwärtigen Standpuncte aus, nur erſt noch auf den Flügeln der Ahnung geſtattet worden.

Eine Anſicht früherer Aſtronomie, welche ich nicht mit Stillſchweigen übergehen mag, hat ſich alle dieſe Sonnenſyſteme, zur Verſinnlichung, als Kugeln von wenigſtens nahe gleicher Größe vorgeſtellt, und dieſe Kugeln um irgend eine mittlere, z. B. um unſer Syſtem geordnet, welches ſich in einem nächſten Abſtande etwann von 12 dieſer Kugeln umſchloſſen finden würde; eine zweite ſolche Umgebung müßte durch 50 bis 60 ſolcher Kugeln, eine dritte durch 300 u. ſ. w. gebildet werden. Geometriſche Unterſuchungen hierüber hat der uns bekannte Göttinger Mathematiker Käſt-

ner: „Dessert. mathem. et physic.“ Altenb. 1757. 4. No. IX. angestellt. Unter dieser Voraussetzung könnten uns die 12 nächsten Kugeln als eben so viele Sterne der ersten, die folgenden als der zweiten, der abermals folgenden als der dritten Größe ꝛc. erscheinen; und wir zählen in der That etwann 12 Sterne der ersten, ziemlich 60 der zweiten, an 300 der dritten Größe. Allein man bemerkt bald, daß sich diese Anordnung nicht weit treiben läßt, und daß die Sterne keinesweges eine so regelmäßige Stellung zeigen, als bei derselben Statt finden müßte.

Der Engländer Thomas Wright: „An original theory of the universe“. London. 1750. 4. trägt in diesem, von den prachtvollsten Abbildungen des Fixsternhimmels begleiteten Werke den, auch von mir im Art. Milchstraße, S. 123, verfolgten Gedanken vor, „die Anordnung der Fixsterne nach Lagen und Entfernungen sey allerdings eine richtige symmetrische; und dieselbe erscheine uns nur deßwegen unordentlich, weil wir diese Gestirne nicht aus dem rechten Platze beobachteten. So zeige sich z. B. in ähnlicher Weise das System der Jupitersmonde auf den ersten Blick auch unordentlich; und eben so unordentlich würde unser ganzes Planetensystem einem weit entfernten Beobachter vorkommen, obgleich in beiden die schönste Ordnung herrsche“. — Allein hier mischt sich eine Bahnbewegung ein, welche, wie wir aus den neuesten astronomischen Entdeckungen wissen, zwar für die Fixsterne ebenfalls, jedoch in zu langsamer Weise Statt hat, als daß ihr die beobachtete anscheinende Unregelmäßigkeit beigemessen werden könnte. Wright's Erklärung bezieht sich deßhalb auch weniger hierauf, als vielmehr, in abermaliger Uebereinstimmung mit unserm eigenen Vortrage in Milchstraße, l. c. wieder auf die Annahme, daß sich die Schichten der Fixsterne hauptsächlich durch die Ebene dieses prachtvollen Gürtels erstrecken, und nach dieser Richtung ohne Vergleich dichter, gehäufter, als nach allen übrigen Richtungen hinter einander liegen. Wright gibt auf zwei Platten eine überaus gelungene Abbildung dieser herrlichen Himmelszone, und berechnet, indem er dieselbe 9° breit setzt, und in jedem Quadratgrade nur 1200 Sterne annimmt, die Anzahl der in ihr enthaltenen Weltsysteme auf (9 . 360 . 1200 =) 3888000. Durch diese Gedanken veranlaßt, trägt der ehrwürdige Königsberger Weltweise Kant in seiner von mir vielmals und nur noch erst im kurz vorhergehenden verwandten Artikel Weltenschöpfungsstoff citirten „Naturgeschichte und Theorie des Himmels“. 4te Aufl. Zeitz. 1808. gr. 8. (die erste Auflage, nach welcher ich das Werk hier voranstelle, ist schon vom Jahre 1755.), ähnliche Muthmaßungen über die Austheilung der Fixsterne durch den Himmelsraum vor: ich habe mich ausführlicher darüber im Vortrage über die Milchstraße, welchen ich nochmals zu vergleichen bitte, erklärt; der bloße Anblick dieser Zone bringt aber die Meinung auf, daß die ganze Schöpfung der Fixsternwelten, der ganze „Weltbau“, durch diese Fläche am weitesten, und also nicht sowohl durch einen kugelförmigen, als vielmehr durch einen scheibenähnlicheren, sphäroidischen Raum ausgebreitet sey, wobei ich, für meine Person, auf sich beruhen lasse, wie viel von dieser Erscheinung aus bloß optischen Gründen zu erklären seyn möchte.

Einen solchen Erklärungsversuch im höheren Sinne hat vielmehr sodann der von uns als Verfasser der „Cosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues“. Augsburg. 1761. gr. 8. gekannte und ausgezeichnete Berliner Mathematiker Lambert (vergl. über ihn Bd. 1. S. 923. unseres Werkes) gemacht, indem Er sich vorstellt, „daß alle außerhalb der Milchstraße liegende, zerstreuet erscheinende Fixsterne nur ein einziges System ausmachen, zu welchem unsere Sonne mit gehört, wogegen in der Ebene der Milchstraße, in unermeßlichen Reihen hinter einander, nicht bloß einzelne Fixsterne mit ihren Gefolgen von Planeten (oder Begleitsonnen), sondern vielmehr ganze, dem vorigen ähnliche Systeme liegen, zu deren jedem wiederum Tausende von Sonnen, jegliche mit ihren Trabanten, gehören. Wie weit diese einzelnen Sonnen auch auseinander stehen, so seyen doch die Systemsabstände noch bei weitem größer; und ein sol-

cher, für unsere Vorstellung allerdings ganz unfaßbarer Abstand befinde sich z. B. auch zwischen unserm Fixsternsysteme, welches sich über den ganzen gestirnten Himmel verbreitet, und den übrigen, deren vereinigter Glanz die Erscheinung der Milchstraße verursacht".

Hieraus macht nun Lambert* sehr schön begreiflich, warum der Rand der Milchstraße so deutlich abgeschnitten erscheint. Man stelle sich auf dem Boden eines großen Gemaches einige tausend Reihen von Lichtern in gleichen Entfernungen von und hinter einander vor, setze über diese Schicht z. B. noch hundert andere gleiche Schichten, und bringe das Auge in die Mitte des Ganzen. Schauet dieses Auge hier über oder unter sich, so wird es nur ($^{100}/_{2}$ =) 50 Lichter in einer Reihe gewahren; jemehr sich dasselbe gegen den Horizont wendet, desto mehr wird die Anzahl der Lichter zunehmen, und endlich werden sich im Horizonte selbst Tausende solcher Lichter hinter einander zeigen. Aber nirgend wird sich bei dieser Art von Anordnung ein Absatz wie an dem scharf begrenzten Rande der Milchstraße finden lassen. Man mache nun eine Aenderung, lasse zwar die nächsten Lichter um das Auge herum stehen, nehme aber zwischen diesen und den entfernteren einen großen Kreis oder Ring von Lichtern hinweg, so werden zwar jene nächsten Lichter an Größe und Deutlichkeit gleich kenntlich bleiben; die entfernteren aber werden sich blasser, undeutlicher, dichter bei einander im Kreise darstellen; und der Absatz zwischen diesem Kreise und den zerstreueteren, näheren Lichtern wird desto stärker in das Auge fallen, je größer der von Lichtern leere Raum genommen ist. Eben so müßten sich nun die Sterne allmälig und ohne Absatz gegen die Milchstraße zusammen drängen, wenn sich nicht zwischen ihnen und der letzteren ringsum ein weiter leerer Abstand befände, dessen Größe sonach unendlich viel bedeutender als der eigene Abstand der Fixsterne unter einander selbst anzuschlagen ist; — und nur eine solche Absonderung kann den scharf begrenzten Rand der Milchstraße, welche sich also als der wichtigste Gegenstand bei den Forschungen über das „Weltgebäude" geltend macht, zur Begreiflichkeit erheben.

In unserm bestimmten Fixsternsysteme findet Lambert ferner unsere Sonne sammt ihrer Trabanten-Umgebung, namentlich dem Planeten Erde, nicht in der Mitte, sondern der Gegend des Adlers näher, indem uns die Sterne dorthin zerstreueter und in geringerer Anzahl erscheinen; die eigentliche Mitte dieses Systems scheint ihm nach dem Orion oder großen Hunde hin zu liegen. Lambert mißt dem ganzen Systeme eine langsame Bewegung um einen Haupt- oder Centralkörper (um eine „Centralsonne", unter welchem Namen ich den Gegenstand hinten an Mädler's Hand weiter verfolgen werde) bei, von welchem Er unentschieden läßt, ob derselbe eine Sonne oder ein dunkler Körper sey. Den Sirius dafür anzunehmen, wie man des ganz vorzüglichen Glanzes dieses Fixsterns wegen vorgeschlagen habe, sey Er nicht geneigt; ehr könnte dieser Rang dem bekannten Nebelflecke am Schwerte des Orion beigelegt werden; und die Beobachtung müsse nun lehren, ob dieser Fleck, der Theorie der Phasen gemäß, periodische Lichtabwechslungen zeige, und sich dabei als ein selbstleuchtender oder aber nur als ein von umlaufenden Sonnen bestrahlter Körper bewähre.

Die Milchstraße in ihrer Ganzheit läßt Lambert hinwiederum aus lauter ähnlichen, durch eben solche Abstände getrennten Systemen bestehen, welche Er bisweilen selbst „Milchstraßen" (in specie) nennt. Jedes einzelne System für sich würde wie ein bloßes Wölkchen oder ein Nebelfleck erscheinen; alle zusammen genommen schieben sich aber in einander, und bilden solchergestalt die lichte Zone, welche gleichwohl an manchen Orten unterbrochen, gespalten oder

* Diese, in den „Cosmologischen Briefen" angedeuteten Ideen des tiefsinnigen Lambert finden sich weiter ausgeführt in seiner „Photometria." Augsburg. 1760. 8. Bei der großen Ehrfurcht, von welcher ich von diesem Schriftsteller durchdrungen bin, zeichne ich seinen Vortrag zunächst ganz besonders aus, mir vorbehaltend, auf neuere, wiewohl doch auch immer nur noch verwandte Ideen erst nachher zurückzukommen.

in kleine Wolken zertheilt scheint. Jedem dieser unzählbaren Systeme darf sein eigener Hauptkörper von einer, dem ungeheuren Gebiete angemeßnen Größe beigelegt werden; und vielleicht machen sie alle zusammen doch nur wieder ein System noch höherer Ordnung aus, welches abermals durch einen Centralkörper von angemeßnen Dimensionen regiert wird; ja vielleicht muß man noch durch unzählbare solche Ordnungen oder Stufen aufsteigen, ehe man diejenige Grenze dieser Reiche erreicht, welche dem Throne der Allmacht als die nähere bezeichnet werden darf*.

Das Werk des verewigten Lambert (Lambert starb als Oberbaurath und Akademiker 1777 zu Berlin), welches diese Aussichten in die Unendlichkeit des „Weltgebäudes" eröffnet, wird sowohl durch den großen Gegenstand, den es behandelt, als durch den eigenen philosophischen Gang in Zergliederung der Muthmaßungen äußerst lesenswerth. Bei so außerordentlichen Vorzügen könnte man zwar das Rauhe des Vortrags und der Sprache leicht übersehen; indeß bemerke ich für Leser, welche sich gleichwohl daran stoßen sollten, daß man eine sprachlich gefeiltere Bearbeitung des Lambert'schen Buches „Système du monde par *Lambert*. Publié par *Mérian*". Berlin. 1784. 8. und außerdem eine zweite Französische Uebersetzung durch den Baron von Utenhoven: Amsterdam. 1801. 8. mit vielen erläuternden Anmerkungen besitzt. Eine den neuesten Entdeckungen, auf welche ich hinten komme, angemessne deutsche Bearbeitung scheint aber deßhalb gar nicht überflüßig; und ich erfülle nur eine Schuldigkeit, indem ich die Gelegenheit benütze, darauf aufmerksam zu machen.

Nächst Lambert ist diese sublime Materie mit der meisten Ausführlichkeit und Gründlichkeit behandelt worden von dem (uns nicht weniger bekannten) Berliner Hof-Astronomen Bode (gest. 1826.) in seiner „Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels" (vor mir liegt eine neunte Auflage. Berlin. 1823. gr. 8.). Ohne sich ganz an seines tiefsinnigen Vorgängers Vorstellungen zu binden, scheint Bode vielmehr der Zusammenziehung aller Fixsterne der Milchstraße in ein einziges System den Vorzug zu schenken, fügt aber den erhabenen Gedanken hinzu, daß die Nebelflecke oder Nebelsterne (vergl. d. eigenen A., wo besonders auch noch die Nothwendigkeit hervorgehoben wird, einen Charakterunterschied zwischen den verschiedenen, unter diesem Namen zusammenbegriffnen Weltkörper festzustellen), welche gemeiniglich in einer länglichen oder elliptischen Gestalt erscheinen, wahrscheinlich nichts anderes als aus unermeßlichen Entfernungen gesehene, andere ganze Milchstraßen oder Systeme von Milliarden teleskopischer Sonnen seyn mögen, deren Lichtschimmer nur in seiner Vereinigung zu unserer Wahrnehmung gelangt. Und gleichwohl muß angenommen werden, daß dieß Alles kaum als Theil desjenigen Ganzen anzusehen ist, welches die Allmacht werden hieß, da, vergl. die vorangehende Anmerkung, nichts Endliches die Unendlichkeit mißt, und unsere Vorstellung, welche Flügel wir ihr auch verleihen, sich immer gleich weit vom Unerreichbaren entfernt findet.

Die Anzahl dieser „Nebelflecke", als des demnach für uns äußersten Wahrnehmbaren und Höchsten der Schöpfung, ist besonders durch Herschel's (des Vaters) Beobachtungen des Sternenhimmels ungemein vermehrt worden; und ich verweise Leser, die sich mit dem ganzen, für meinen Plan zu ausführlichen Detail dieser Beobachtungen (über welche auch ich mich jedoch hinten, mit Benützung abermals neuerer Arbeiten der Petersburger Astronomen nochmals verbreite) vertraut machen wollen, auf Pfaffs (des Erlanger Professors) Zusammenstellung: „Ueber den Bau des Himmels. Von W. Herschel". Dresden. 1826. gr. 8. Stellt man sich indeß, um wenigstens eine allgemeine Idee von Herschel's Auffassung zu erlangen, mit Ihm

* Kant, l. c. „Man nähert sich der göttlichen Allmacht bei Betrachtung der Unendlichkeit Ihres Schöpfungswerkes nicht mehr, ob man den Umfang desselben in eine Sphäre vom Halbmesser der Milchstraße oder eines Zolles einschließt: Alles, was endlich ist, Grenzen hat, oder sich in einem angebbaren Verhältnisse zur Einheit findet, ist gleich weit vom Unendlichen entfernt.

vor, daß alle Sterne ursprünglich ihren angewiesenen Platz im Weltenraume bekamen und gegen einander gravitirten, so mußten die größeren benachbarte kleinere an sich ziehen, und die vereinte Kraft aller mußte die sich bildenden Systeme immer mehr vergrößern. Die specielle Gestalt dieser Systeme mußte dabei aber nach der Größe des Hauptkörpers und nach den Beziehungslagen der Nachbarsterne sehr verschieden ausfallen; und je reicher jedes von ihnen selbst an vereinten Sternen wurde, um desto ansehnlichere leere Räume mußten zwischen ihnen entstehen. Herschel legt überdieß den verschiedenen Sternen sogleich die, durch nachherige Beobachtungen (vergl. Fixsterne, S. 560 flgd.) so schön bestätigte und so weit ausgedehnte eigene Bewegung bei, indem nur vermittelst der solchergestalt entstehenden Schwungkraft (Bewegung in Bahnen vergl. d. A.) derjenige Beharrungszustand des einzelnen Gestirns erhalten werden konnte, wodurch der Zusammensturz in eine einzige Masse zu verhindern stand. Also entstehen denn mehrere Ordnungen dieser Systeme, und ihre Theorie wird der vorangetragenen Lambert'schen ganz ähnlich: das Auge eines Beobachters, welcher noch weit vom Mittelpuncte eines Systems absteht, kann die Grenzen desselben nicht erreichen; noch entferntere andere Systeme werden ihm nur in heitern Nächten als bloße Wölkchen, und mehrere nach einer Fläche ausgebreitete Systeme, welche zusammen wieder ein System höherer Ordnung bilden, als ein lichter, die Sphäre umringender Gürtel (als eine „Milchstraße") erscheinen. Herschel versinnlichet diese Theorie in Zeichnungen zu einem eigenen Werke: „On the construction of the Hea'vens". London. 1785. 4. bei welchen der Abstand des Sirius nach einer, als bekannt vorausgesetzter Einheit zu Grunde gelegt ist. Aber in 1000-, ja 10000 fachen solchen Siriusweiten schweben andere, dem Siriussysteme an Größe und Sternenzahl nicht nachstehende Systeme; ihre zahllosen Sonnen, umgeben von noch zahlloseren Planeten, bieten überall Raum zur Bewohnung dar; und wo in diesen unermeßlichen Gefilden ein solcher schicklicher Raum zur Bewohnung vorhanden ist, da wallen auch Wesen auf demselben und fühlen sich glücklich.

Nur mit Mühe enthalte ich mich, alle die Empfindungen auszudrücken, zu welchen die Betrachtung dieses großen und herrlichen „Weltgebäudes" so ganz unwiderstehlich dahin reißt. Es sind Empfindungen der Bewunderung und Anbetung des Unendlichen, gegen dessen unbegrenzte Macht und Herrlichkeit alles, was wir sonst Erhabenes denken mögen, in ein unbedeutendes Nichts verschwindet. Welch ein Gott ist der Herr, der Urheber und Beherrscher dieser Welten, der wohlwollende Vater aller Wesen ohne Zahl, die von Anbeginn der Schöpfung an Leben und Glückseligkeit in seinen Wohnplätzen genossen haben:

. . . „the glorious Architect
In this His universal Temple, hung
With Lustres, with innumerable Lights,
That shed Religion on the Soul; at once
The Temple and the Preacher! O how loud
It calls Devotion!
Devotion, Daugther of Astronomy!
An undevout Astronomer is mad."
Young's Complaints, Night 9, v. 764 flgd.

. . . „O du preiswürdiger Architekt,
Der Du im Tempel Deiner Herrlichkeit
Zahllose Fackeln angesteckt! —
Mach, Seele, Dich zur Anbetung bereit! —
Wer ahnt den Priester wohl, wer kann den Tempel sehen,
Ohn' andachtsvoll zum Herrn der Welten aufzuflehn! —
Der Sternenhimmel hat die Religion geboren,
Und nur am Wahnwitz ist sein Flammenwort verloren!" —
R.

Bei der religiösen Wendung dieser ihrer Betrachtung hat sich die neueste Astronomie indeß nicht beruhiget, sondern sie hat Anstrengungen gemacht, auf dem Wege der Wissenschaft noch tiefer in das Geheimniß der oben nur allgemeiner charakterisirten „Milchstraße", als der so bezeichneten wichtigsten Partie des „Weltgebäudes" einzudringen, versuchend, der Unendlichkeit von Gestirnen einen Centralkörper anzuweisen, ein Versuch, auf welchen ich hier, vor der schließlichen Beibringung der Arbeiten der Petersburger Astronomen über den Bau des Sternenhimmels, besonders zurückkommen wollte. Einen solchen Versuch dieser Art von Bestimmung haben wir aber unserm

Dorpater Astronomen Mädler zu verdanken, welcher die ersten betreffenden Mittheilungen in Schumacher's (des Altona'er Sternkundigen) „Astronomische Nachrichten" Nr. 566 flgd. hat erscheinen lassen, jetzt aber mit einem eigenen Werke darüber: „Die Centralsonne". Dorpat. 1846. gr. 4. hervorgetreten ist. Mit diesem Ausdrucke „Centralsonne" soll indeß, um nur zunächst die Ideen der Leser zu präcisiren, keineswegs das bezügliche Letzte und Höchste bezeichnet seyn; der würdige Verfasser sucht und findet Dieß vielmehr da, wo Er es auch allerdings nur suchen und finden kann:

„Um Erden wandeln Monde,
Erden um Sonnen,
Aller Sonnen Heere wandeln
Um Eine große Sonne:
Vater unser, der Du bist im Himmel!"

Klopstock. —

also in der Gottheit selbst, wogegen Er unter „Centralsonne" Nichts weiter als einen Centralkörper versteht, auf welchen sich die übrigen (also die „Beglet".) Gestirne des Systems unserer Milchstraße in ähnlicher Art, wie die Begleitgestirne (die Planeten) unseres Planetensystems auf unsere Sonne beziehen; — und Er bezeichnet, unter diesem Gesichtspuncte, „die Plejadengruppe als die Centralgruppe „unseres" gesammten Fixsternsystems bis zu seinen äußersten, eben durch die Milchstraße angedeuteten Grenzen, Alcyone aber als denjenigen Einzelstern dieser Gruppe, welcher unter allen übrigen die meiste Wahrscheinlichkeit für sich hat, die eigentliche Centralsonne unserer Fixsternwelt (unserer „Weltinsel" wie sich Mädler ausdrückt), im Gegensatze anderer solcher, nicht mehr zu unsrigen gehörigen Welten, abzugeben"*.

Dabei wird angenommen, daß das Kennzeichen eines solchen Centralkörpers durch die Bedingung einer identischen mittleren angularen Umlaufsgeschwindigkeit seiner sämmtlichen Begleitsterne gegeben sey, wie verschieden übrigens auch deren linearer Abstand und die Neigung ausfalle*; — eine Bedingung, welche Mädler, nach Maßgabe der Beobachtung, eben für Alcyone, und zwar nur für diesen Fixstern erfüllt zu finden glaubt. Ueber die Zulässigkeit dieser Abhängigkeitserklärung, welche, ehe nicht unser Mädler die zugesicherten weiteren Beweise dafür beibringt, wenigstens bis auf einen gewissen Grad den Charakter einer petitio principii an sich trägt, traue ich mir jedoch kein Urtheil zu; und ich komme demnach, in jener Erwartung weiterer Beweise dafür, jetzt lieber erst noch zu der also schließlich verheißnen neuesten Arbeit der Petersburger (Pulkowaer oder überhaupt Russischen) Astronomen über das Weltgebäude, welche unter dem Titel:

„Études d'Astronomie stellaire. Sur la voie lactée et sur la distance des étoiles fixes. Rapport fait à M. le Comte *Ouvaroff*, Ministre de l'instruction publique, par F. G. W. *Struve*, Directeur de l'observatoire central de Russie." Petersburg. 1847. gr. 8. —

so eben an das Licht getreten ist. Diese vortreffliche Arbeit hebt mit einer Ent-

* Bei der Wichtigkeit des Gegenstandes anticipire ich aus der, bevorworteter maßen, nachher anzuführenden Schrift der Petersburger Astronomen, noch einen zweiten Wortausdruck der Mädler'schen Idee.

„*M. Mädler*," heißt es aber daselbst, „croit que les Pléïades forment le groupe central du système de la voie lactée, et que la plus brillante étoile de ce groupe *Alcyone* peut être regardée comme le Soleil central de la voie lactée."

* L. c.: „Dans l'hypothèse de M. *Mädler*, *toutes* les étoiles mouvantes se meuvent avec une vitesse *angulaire* moyenne identique autour du corps central quelle qu'en soit du reste leur distance *linéaire* et quelle que soit l'inclinaison de leurs orbites." — Mädler fordert und findet also für den nächsten, wie für den fernsten Begleitstern der Alcyone eine ganz gleiche mittlere Umlaufszeit.

wicklung der früheren Systeme der alten Astronomen, ferner der Copernikaner, Kepler's, Kant's, Lambert's, Herschel's, wie ich dieselben oben vorgetragen habe, an, geht dann zu den Arbeiten des Bonner Astronomen Argelander, des verewigten Bessel, derentwegen ich auf unsern Artikel Fixsterne verweisen muß, über, und gelangt endlich zu denjenigen eigenen Untersuchungen über die Milchstraße, als den uns hier besonders beschäftigenden Gegenstand, auf welche ich die Aufmerksamkeit der Leser habe richten wollen. „Die Zusammenhäufung dieses Sternengürtels erscheint als ein System von unbestimmter Ausdehnung und Gestalt; aber es veroffenbart sich in demselben augenscheinlich ein gewisses Verdichtungsgesetz mit Bezug auf eine Hauptebene"; — und die Aufsuchung dieses Gesetzes gibt das eigentliche Ziel der vorliegenden Arbeit über die bezügliche Anordnung des „Weltenbaues" ab. Findet sich dasselbe nämlich einst wirklich ganz genau bekannt, eine Bestimmung, welche von fortgesetzten Untersuchungen allerdings zu erwarten steht, so muß sich, wie man leicht einsieht, die Anzahl der in einem bestimmten Raume, z. B. einem Quadratgrade, einer jeden Region der Milchstraße teleskopisch sichtbar werdenden Sterne, aus dem bloßen Abstande von jener Hauptebene vorhersagen lassen. Damit wäre denn wenigstens die Art der Vertheilung der Welten in der Milchstraße, als dem wahrscheinlichen eigentlichen Fundament unseres Weltgebäudes, oder, wie ich oben mit Mädler sage, unserer „Weltinsel" entschieden; — und ich begnüge mich deßhalb auch mit dieser Andeutung, indem ich wegen des oben im Titel dieser „Astronomie stellaire" ebenfalls hervorgehobenen andern Theiles der Arbeit, nämlich wegen der „Untersuchungen über die Parallaxe der Fixsterne" von Peters, Astronomen am Observatorium zu Pulkowa, als den gegenwärtigen Vortrag weniger nahe angehend, lieber nochmals auf Fixsterne (S. 553 flgd.), wohin derselbe eigentlicher gehört, verweise.

Somit darf ich aber zugleich auch diese Betrachtung des „Weltgebäudes" überhaupt abbrechen. In einem gewissen Sinne ist dieselbe freilich eben so unerschöpflich, als die Unendlichkeit selbst, welche sie voraussetzt; beim gleichzeitigen Mitbezuge auf die citirten verwandten Artikel unseres Wörterbuches habe ich mir aber wenigstens gewisse bestimmte Grenzen vorzeichnen können; und ich verweise Leser, welche dieselben gleichwohl zu überschreiten wünschen, schließlich wiederholt auf die im Vortrage erwähnten Werke, von denen ich, nächst Lambert's „cosmologischen Briefen über die Einrichtung des Weltgebäudes", besonders Bode's „Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels", namentlich wegen der angehängten „Betrachtung des Weltgebäudes" nochmals hervorhebe*.

Weltgegenden, Himmelsgegenden; Plagae mundi; *Plages*. Man theilt insgemein den Horizont an jedem Orte in 32 gleiche Theile, so daß jeder dieser Theile also einen Bogen von $\frac{360°}{32} = 11\frac{1}{4}$ Grad faßt; jeder dieser Theile oder Eintheilungspuncte bekommt alsdann einen besondern Namen, alle zusammen aber heißen, eben als Theile des scheinbarlich den Himmel oder die „Welt" begrenzenden Horizonts, die „Weltgegenden;" — und wenn sich eine Himmelsbegebenheit über einem dieser Puncte ereignet, wenn z. B. ein Stern daselbst

* Ich sehe, indem ich diesen meinen Vortrag somit beschließe, auf den Lippen einiger Leser die Frage nach den Gründen schweben, aus welchen ich die Untersuchung über die Dauer des Weltalls, wie sie sich gleichwohl bei andern Schriftstellern abgehandelt findet, ausgeschlossen habe? Hier ist meine Antwort: Ich nehme an, daß diese Untersuchung nicht mehr vor das Forum des beschränkten menschlichen Verstandes gehöre; — und ich glaube Kant (l. c.) richtig zu interpretiren, wenn ich ihn dieselbe Frage mit der Erwiederung abweisen lasse: „Die Dauer eines Weltbaues habe durch die Vortrefflichkeit ihrer Errichtung eine Beständigkeit in sich, welche, unsern Begriffen gemäß, mit der Unendlichkeit zusammenfalle." — Weiter aber in dieser Materie zu gehen, würde ich als eine Vermessenheit bezeichnen.

sichtbar wird, oder sich eine Linie (denken wir an die Magnetnadel) dahin richtet, so sagt man, das Phänomen erscheine, oder die Linie richte sich nach dieser oder jener „Weltgegend." — Da die Schiffer zugleich die Richtung der Winde auf gleiche Art angeben, so heißen diese Himmelsgegenden zuweilen auch die 32 Winde, in welchem Bezuge ich die besondern Artikel Windrose und Compaß zu vergleichen bitte, auf welche ich hier nur hindeuten kann. Bei dieser Eintheilung wird die Mittagslinie (s. d. A.) zu Grunde gelegt. Sey Tafel XXII, Fig. 8. NWSO der Horizont, NS die Mittagslinie des Ortes C, so belegt man die Puncte N und S, in welchen diese Mittagslinie den Horizont trifft, nämlich den Mitternachts- und Mittagspunct (vergl. beide Art.), nach einem durch die Schiffer eingeführten Sprachgebrauche, über welchen ich mich in jenem Artikel Mittagspunct näher erklärt habe, mit den Namen Nord und Süd. Setzt man auf NS durch C die Linie WO senkrecht, so bestimmt sie im Horizonte den (wahren) Abendpunct W und Morgenpunct O (s. auch diese beiden Artikel), in welchen der Horizont vom Aequator durchschnitten wird, und welche, wiederum nach Schiffergebrauche, West und Ost heißen. Diese vier Puncte N, W, S, O führen auch den gemeinschaftlichen Namen der Cardinalpuncte (ebenfalls besonderer Artikel); sie bestimmen die vier Hauptgegenden (Plagae cardinales; *Points cardinaux*), und theilen den ganzen Horizont in vier gleiche Quadranten.

Die übrigen Weltgegenden werden durch fortgesetzte Halbirung jener Quadranten erhalten. Die erste Halbirung gibt die vier ersten Nebengegenden (Plagae intermediae; *Points collatéraux*); der Name einer jeden wird aus den Namen der beiden Hauptgegenden, zwischen denen sie liegt, so gebildet, daß man die in die Mittagslinie fallende Gegend zuerst nennt; und sie heißen demgemäß Nord-West, Süd-West, Süd-Ost, Nord-Ost (NW, SW, SO, NO der Figur).

Eine fernere Halbirung dieser acht Bögen gibt acht zweite Nebengegenden. Jeder Name besteht aus dem Namen der neben liegenden Hauptgegend und ersten Nebengegend; und ihre Namen sind also: Nord-Nord-West, West-Nord-West, West-Süd-West, Süd-Süd-West, Süd-Süd-Ost, Ost-Süd-Ost, Ost-Nord-Ost, Nord-Nord-Ost. Auch diese acht „zweite Nebengegenden" finden sich noch in unserer Figur dargestellt.

Endlich gibt die abermalige Halbirung der nunmehrigen sechzehn Bögen noch eben soviel dritte Nebengegenden, deren jede entweder an einer Hauptgegend oder an einer ersten Nebengegend anliegt, und von dieser anliegenden den Anfangsnamen bekömmt, welcher durch die Sylbe gen mit derjenigen Hauptgegend verbunden wird, nach der die zu benennende von jener anliegenden abweicht. Diese Namen sind demgemäß: Nord gen West; Nord-West gen Nord; Nord-West gen West; West gen Nord; West gen Süd; Süd-West gen West; Süd-West gen Süd; Süd gen West; Süd gen Ost; Süd-Ost gen Süd; Süd-Ost gen Ost; Ost gen Süd; Ost gen Nord; Nord-Ost gen Ost; Nord-Ost gen Nord; Nord gen Ost*.

Man findet diese „Weltgegenden", wenn die Mittagslinie des betreffenden Ortes bestimmt ist, vermittelst der sogenannten Windrose, auf welche ich schon vorn als auf einen verwandten Artikel verwiesen habe.

Früher hat man, wie ich wenigstens

* Der Franzose sagt ebenso *Nord, Ouest, Sud, Est; Nord-Ouest* u. s. w., wie oben; *Nord-Nord-Ouest* u. s. w., wieder wie oben; — um aber die dritten „Nebengegenden," z. B. die Mitte zwischen Nord und Nord-Nord-West auszudrücken, setzt er, statt unseres deutschen „Nord gen West," *Nord-quart de Nord Ouest*, weil diese „Himmelsgegend" in der That von Nord nach Nord-West um $^1/_4$ des letzteren Bogens zu liegt u. s. w. — Lateinische Namen für unsere Benennungen der „Himmelsgegenden" (Winde) hat Varenius (der uns aus S. 382 bekannte Holländische Geograph des 17ten Jahrhunderts) vorgeschlagen. Die Römer (und Griechen) theilten den Horizont anders ein.

noch historisch bemerken will, die Vermuthung gehegt, als ändere sich die Richtung der „Weltgegenden“ für einen bestimmten Ort, d. h. als verrücke sich die Durchschnittslinie des Aequators mit dem Horizonte, davon, wie wir oben gesehen haben, die Lage des Ost- und Westpunctes abhängt, und wobei also auch die, 90° abstehende Mittagslinie alterirt werden würde: Cassini (der Aeltere) z. B. fand die Richtung derjenigen von ihm untersuchten älteren Mittagslinie, von welcher ich in diesem Vortrage S. 134 spreche, unrichtig; und Aehnliches wird von mehreren Astronomen jener Zeit berichtet. Allein spätere und präcisere Beobachtungen haben gelehrt, daß dieß an der Ungenauigkeit der älteren Constructionen von Mittagslinien gelegen hat, und daß die Lage der Weltgegenden also in der That unveränderlich und jener Zweifel ungegründet ist, daher ich nicht weiter darauf eingehe, und den Artikel hiermit beschließe.

Weltkugel, s. Himmelskugel und Sphäre.

Weltordnung, s. Weltsystem.

Weltpole, Pole des Himmels, Pole des Aequators oder der täglichen Umdrehung, Rotationspole; Poli mundi, Poli coelestes, Poli aequatoris s. rotationis; *Poles de la sphère*, Poles de rotation ou du mouvement diurne. Diejenigen beiden Puncte der Himmelskugel, welche bei der eingebildeten täglichen Umdrehung des Himmels unbewegt zu bleiben scheinen*: die Endpuncte der Weltaxe. Sie correspondiren mit den Polen (vergl. d. A.) der Erde, d. h. sie liegen am Himmel gegen das Zenith eines jeden Ortes eben so, wie die Pole auf der Erdfläche gegen den Ort selbst. Zugleich sind sie die Pole des Aequators und aller mit demselben parallelen Tagkreise.

Da sich beide Pole dem Durchmesser nach entgegenstehen, so fällt jedem Orte der Erde nicht mehr als einer derselben über den Horizont (nur vom Aequator selbst — also in der „Sphaera recta“; vergl. Sphäre, S. 462 — könnte, im strengsten Sinne, die Lage beider Pole über, oder vielmehr im Horizonte behauptet werden). Der in unsern Ländern sichtbare „Weltpol“ heißt der Nordpol, auch der mitternächtliche, oder von dem ihm nahen Sternbilde des Bären (ἄρκτος), der arktische Pol (Polus septemtrionalis, borealis, arcticus; *Pole septemtrional boréal*); der entgegengesetzte der Südpol, der mittägliche, antarktische Pol (Polus meridionalis, australis, antarcticus; *Pole méridional, austral*). Die Römer übersetzen das Griechische πόλος durch Vertex (Cicero de nat. Deor. II. 41.), daher Virgil (Georgic. II. 242.):

„Hic *vertex* nobis semper sublimis, at illum
Sub pedibus Styx atra videt, manesque profundi“

sagt. Oft setzen die Dichter, wie z. B. Lucan (Pharsal. I. 175.), für den Nordpol auch „Axis“ („inocciduus“).

Die Stelle des Nordpols am Himmel ohngefähr zu finden, dient der Polarstern. Kennt man diesen letzteren nämlich nach der im betreffenden Artikel dazu ertheilten Anleitung, so hat man die jetzige* Stelle des „Nord-Weltpols“ etwann zwei Grad von demselben in derjenigen geraden Linie, welche von ihm nach dem dritten Sterne (ε) im Schwanze des großen Bären führt. Um diese Stelle genauer zu haben, müßte man die Mittagslinie und Polhöhe des

* „Scheinen?“ Bezieht man nämlich die Rotation vielmehr auf die sich wirklich drehende Erdkugel, so drehet sich die in derselben fest enthaltene Axe mit ihren Polen, und also die, nur die Verlängerung abgebende Weltaxe mit den Weltpolen doch gewiß mit; die Pole behaupten dabei nur den Ort; sie sind, wie ich so oft bevorwortet habe, bloß in relativer (nicht aber in absoluter) Ruhe.

* „Jetzige;“ weil (vgl. hinten) der Weltpol nämlich, aus den im Art. Vorrücken der Nachtgleichen nachgewiesenen Gründen, nicht fest am Himmel ist, sondern sich langsam um den Pol der Ekliptik drehet.

betreffenden Ortes suchen, und die Axe des Fernrohrs demgemäß richten.

Größte Kreise durch die Weltpole geführt, stehen auf dem Aequator senkrecht, und heißen Abweichungskreise (s. d. A.), weil auf ihnen die Abweichung der Gestirne gemessen wird, oder, wenn man sie zur „unbeweglichen" Himmelskugel (vergl. letzteren A. S. 760) rechnet, Stundenkreise; zu jenen gehören die Koluren, zu diesen der Mittagskreis, der durch den Morgen- und Abendpunct gehende sechste Stundenkreis u. s. w.

Die Stellen der Weltpole werden, bevorwortetermaßen, durch die Lage der Erdaxe bestimmt, von welcher die Weltaxe also nur eine Verlängerung abgibt. Nun verändert sich aber, wie gesagt, die Lage der Erdaxe gegen die Fixsterne (gegen den Himmel), theils dauernd (s. nochmals Vorrücken der Nachtgleichen), theils nur periodisch (Wanken der Erdaxe); und es ist daher auch die Lage der Pole am Himmel, in der angegebenen Art, veränderlich. Indem aber doch die Axe der Erde, und also auch ihre Verlängerung, nämlich die Weltaxe, stets durch dieselben Puncte des Erdkörpers geht*, so betrachtet man in der Astronomie auch die Endpuncte der Weltaxe, nämlich die „Weltpole", als, ihrer Lage nach, unveränderlich, und legt, wie besonders im ersteren der citirten Artikel ausführlich gezeigt wird, jene Bewegung lieber den Fixsternen bei.

Weltsystem, Weltordnung, Sonnensystem, Planetensystem; Systema mundi s. cosmicum, Systema solare, planetarium; *Système du monde*, Système solaire ou planétaire. Man belegt mit dem Namen System (vergl. d. A.) im astronomischen Sinne nicht nur eine Anzahl mehrerer Weltkörper selbst, welche in einer bekannten oder vermutheten Ordnung und Verbindung stehen, und spricht, in diesem Sinne, z. B. vom Erdsysteme, als der Verbindung unseres Mondes mit seinem Hauptplaneten Erde, oder vom Jupiterssysteme, als einer solchen Verbindung der Jupitersmonde mit ihrem Planeten Jupiter, oder von unserm Planetensysteme überhaupt u. s. w.; sondern man gebraucht hier den Ausdruck System auch für den Inbegriff der Sätze, welche zur Erklärung jener Ordnung und Verbindung (des gegenseitigen Abstandes der Weltkörper, der Umlaufsverhältnisse u. s. f.) erdacht worden sind, und nennt demgemäß namentlich die zu solchen Erklärungen von den bekannten Astronomen Ptolemäus, Copernikus, Tycho für unser Planetensystem aufgestellten Sätze (vergl. unten) „Weltsysteme", indem man unter „Welt" dabei nicht sowohl das Universum in seiner ganzen Unermeßlichkeit, als vielmehr nur die kleine Welt unserer Sonne mit den zu ihr gehörigen Haupt- und Nebenplaneten und Kometen* begreift. „Weltsystem" steht also hier nur für das System unserer Sonne, und solchergestalt, und wie dieß auch schon in diesem Artikel bevorwortet worden ist, gleichbedeutend mit Sonnensystem. Eigentlich zwar erhebt sich der Mensch, als Weltbürger, mit seinen Betrachtungen von dem ihm angewiesenen engen Standpuncte

* Dieß heißt (vergl. besonders den Artikel Veränderung): der ganze Erdkörper mit seiner in ihm festen Axe kann seine Stellung gegen den Himmel, in dessen Raume er schwebt, zwar verändern, so daß sich diese Axe (und ihre Verlängerung mit den „Weltpolen") gegen andere Fixsterne richtet, aber ohne daß darum, eben weil die Axe fest ist, die Polpuncte auf der Erdoberfläche eine andere Lage annähmen: die Polhöhen (geographischen Breiten) sind durchaus unveränderlich; welch ein anderer Himmelspunct, bei einer solchen veränderten Richtung der Axe, auch neuer Weltpol würde, so entspricht ihm doch immer derselbe Erdpol.

* Die alte Astronomie umgab dieß „Sonnensystem" zwar mit einer (vergl. hinten) „achten Fixstern-Sphäre;" zur Betrachtung dieser Gestirne unter dem Gesichtspuncte eigener Weltsysteme haben sich aber nur erst die Neueren erhoben.

ogleich in jene Allheit des Univerſums; gleichwie ihn aber doch zunächſt eben nur der eigene Planet anzieht, alſo mag er ſich ſodann ferner auch folgerichtig vor Anderm wieder nur vorzüglich zu demjenigen Syſteme wenden, zu welchem der beſtimmte Planet gehört; — und wir beſchränken uns demgemäß, wie geſagt, hier auf dieſes „Sonnenſyſtem“, als unſer Weltſyſtem, wogegen von der Unendlichkeit der Weltſyſteme, im bezeichneten höheren Sinne, erſt an einem andern Orte (vergl. beſonders Fixſterne), im weiteren Umfange die Rede ſeyn kann.

Man kennt dergleichen Syſteme, wie beim nunmehrigen Uebergange zu ihrer Betrachtung, als den angedeuteten Erklärungsverſuchen der Ordnung und Verbindung der Weltkörper, zuvörderſt bemerkt werden muß, zwar natürlich nicht aus unmittelbarer Erfahrung, wozu ein anderer Standort der Anſicht als unſer irdiſcher erfordert werden würde, ſondern immer nur erſt durch Schlüſſe, daher ihnen, unter dieſem Geſichtspuncte, alſo auch ſämmtlich ein bloß hypothetiſcher Charakter beiwohnt; allein wir haben als Berechtigungsgrund der Erhebung einer Hypotheſe (vergl. d. A. S. 794) zum Range des wiſſenſchaftlichen Syſtems ihre Erklärungszureichendheit aller und jeder, auch der kleinſten bezüglichen Vorgänge, admittirt. In Befriedigung dieſer Forderung zeichnet ſich nun aber, wie ich ebenfalls anticipirend hervorheben muß, unter den drei oben, als den bekannteſten, nahmhaft gemachten ſolchen Erklärungsverſuchen, das „Weltſyſtem“ (alſo ſage ich nämlich hiernach nun auch beſtimmter ſogleich) des Copernicus dergeſtalt entſchieden aus, daß von einer Beſchränkung ſeiner durchgängigen Gültigkeit* unter dem Vorwande demſelben noch beiwohnender bloß hypothetiſcher Annahmen, nicht ferner die Rede iſt, und dieſes „Weltſyſtem“ den Namen vielmehr per excellentiam führt. Ich werde demzufolge im gegenwärtigen Artikel jetzt auch zwar eine Geſchichte der verſchiedenen Weltſyſteme, namentlich der Alten, vortragen, indem die Darſtellung eines vollendeten Syſtems eine ſolche Geſchichte der vorausgegangenen irrthümlichen Beſtrebungen darum nicht ausſchließen darf, bei dem Copernicaniſchen aber, ohne früheren Verdienſten deßhalb Anerkennung zu verſagen, allein länger ſtehen bleiben, und ſchließlich, nächſt Andeutungen über die Erweiterung, welche dieſes Syſtem ſpäter, namentlich durch Kepler, erfahren hat, eine eben wieder auf daſſelbe und auf dieſe Erweiterungen begründete tabellariſche Ueberſicht der im Weltſyſteme Statt habenden planetariſchen Bewegungen und übrigen Größen, d. h. der, wie ich zur Definition des Begriffes „Weltſyſtem“, Eingangs ſage, zwiſchen den betreffenden Weltkörpern Statt findenden „Ordnung und Verbindung“, beibringen.

Weltordnungen der Alten, namentlich „Ptolemäiſches Syſtem.“

Um meinen Leſern nur erſt einen anſchaulichen Begriff von der unendlichen Schwierigkeit eines ſolchen „Weltſyſtems“-Erklärungsverſuches der überaus verwickelt erſcheinenden Himmelsbewegungen, und alſo vom Werthe zunächſt des durch die Alten für dieſe Erklärung Geleiſteten beizubringen, will ich annehmen, wir ſelbſt wären zuſammen mehrjährige frühere Himmelsbeobachter, verfolgten, an der Seite anderer früherer Aſtronomen, jene ſo höchſt verwickelt erſcheinende Bewegung unzähliger Geſtirne am blauen Himmelszelte mit eigenen Augen, müßten uns dabei geſtehen, daß ſich der bloße ſinnliche Schein doch allzu verworren darſtelle, um nicht ſchlechterdings auf ein einfacheres Verhältniß der Wirk-

* Ich bitte, mich ſogleich wohl zu verſtehen. Mit dieſem Ausdrucke „durchgängige Gültigkeit“ ſoll, wie ich unten mehrfach bevorworte, die Möglichkeit ſpäterer Erweiterungen nicht ausgeſchloſſen werden. Kepler hat z. B. das Copernicaniſche Syſtem durch Subſtitution der elliptiſchen für die Kreisbewegung unzweifelhaft „erweitert“; aber er hat die „durchgängige Gültigkeit“ des planetariſchen Laufes um die Sonne, ſtatt des umgekehrten Ptolemäiſchen Satzes, darum nicht weniger als völlig unantaſtbar zugegeben.

lichkeit ſchließen zu laſſen, und ſollten nun, durch eigenes Sinnen*, eine Hypotheſe ausdenken helfen, welche Alles hinreichend erkläre und jenes wahre Ganze zugleich in eine ſolche, möglichſt einfache Ordnung bringe. — Dieß aber war die Aufgabe der Alten, denen wir jetzt zwar auf die Schultern geſtiegen ſind, denen wir uns indeß ſomit nur erſt wieder zur Seite ſtellen, und deren Scharfſinne, wenn ſie auch nicht gleich das Wahrſte getroffen haben, wir alſo, wie geſagt, doch gar nicht Gerechtigkeit genug widerfahren laſſen können. Wir identificiren uns vielmehr, vorgenommenermaßen, erſt nochmals mit ihnen, und finden demnach als die vornehmſten der durch unſer zu erdenkendes Weltſyſtem zu erklärenden Himmelserſcheinungen vor uns:

die tägliche Umdrehung des Himmels, den Mondlauf,
die jährliche Bewegung der Sonne,
die von der Schiefe dieſer letzteren Bewegung abhangende Verſchiedenheit der Taglängen und Jahreszeiten,
die eigene Bewegung der Planeten mit ihren Recht- und Rückläufen und Stillſtänden, ihren wachſenden und abnehmenden, ſcheinbaren Größen u. ſ. w. u. ſ. w.

Die Unbeweglichkeit der Erde zuvörderſt ſcheint dabei durch das Zeugniß unſerer Sinne bis zur vollkommenſten Zweifelloſigkeit erwieſen zu ſeyn; und die erſten Beobachter des Himmels, zu denen wir uns alſo noch mit rechnen, mußten demnach alle die erwähnten Geſtirnbewegungen für wirklich halten, und bloß auf die Erde als einen allein ruhenden Mittelpunct beziehen. Nur die ganz beſondere Erſcheinung des Laufes der beiden Planeten Mercur und Venus (vergl. die betreffenden Artikel), welche die Sonne ſtets begleiten, könnte uns auf die Vermuthung führen, daß ſie, ausnahmsweiſe, ihren Umlauf zunächſt um die Sonne, und erſt mit dieſer um die Erde ausführten; und in der That berichtet uns Macrobius („Somn. Scip.“ I. 19.), daß die früheren Egyptiſchen Aſtronomen dieſe Anſicht gehabt haben. Man gibt dieſer Weltordnung, welche alſo lediglich den Lauf des Mercur und der Venus mittelbar, alle übrige Geſtirnbewegung aber unmittelbar um die Erde erfolgen läßt, gewöhnlich den Namen der Egyptiſchen. — Vitruv („De architectura“. IX. 4.) und Martianus Capella („De nuptiis Philologiae et Mercurii.“ Lib. VIII.) tragen ſie, ohne jedoch der Egyptier zu erwähnen, ebenfalls vor; und ſie bildet einen erſten* „Weltſyſtems“-Erklärungsverſuch, welcher aber, wie man bei Vergleichung mit den obigen Bedingungen ſieht, freilich noch unendlich Viel zu fordern übrig läßt.

Unter den Griechen, welche freilich das Reſultat Egyptiſcher Forſchung ſolchergeſtalt ſchon vorfanden, und mit denen wir ſelbſt nun auch vorwärts ſchreiten können, kam man daher natürlich auch weiter; ja, es ſcheint gewiß, daß ſich die Griechiſch-Pythagoräiſche (die Italiſche) Schule bereits zu der Anſicht von der Bewegung der Erde erhoben habe. Ariſtoteles („De coelo“. II. 13.) ſchreibt dieſe Lehre ausdrücklich den Pythagoräern zu, und beſchuldiget ſie dabei (vergl. unten), mit vieler Mißbilligung, einer Menge von Ungereimtheiten, welches beweiſt, wie unzuläßig ſelbſt einem Manne wie ihm, dieſe dem ſinnlichen Scheine freilich ſo ſehr widerſtrebende Lehre vorgekommen ſeyn muß. Pythagoras ſelbſt ſoll zwar nach dem, was Plinius („Hist. nat“. II. 12.) und Cenſorin („De die natali“. c. 13.) von ſeiner Vergleichung der Planetenabſtände mit den muſikaliſchen Intervallen erzählen, eher wieder die Erde in den Mittelpunct verſetzt haben; allein der uns bekannte Franzöſiſche

* Ich folge alſo, um das beſtimmteſte Wort für unſeren Entwicklungsgang zu nennen, mit meinen Leſern der heuriſtiſchen Methode.

* Es ſoll damit nicht geſagt ſeyn, als ob nicht, wie auch in unſerm Werke (Aſtronomie, S. 59) bemerkt wird, bei alten Völkern ſchon früher gründlichere aſtronomiſchere Kenntniſſe verbreitet geweſen ſeyen; ich muß mich hier aber natürlich auf das Allgemeinſte und Bekannteſte der geſchichtlichen Syſtems-Darſtellung einſchränken, und kann auch auf kein Detail der Sätze ſelbſt eingehen.

Mathematiker Montücla (Mitgl. des National-Instituts, gest. 1799.), in seiner „Histoire des Mathématiques“ (neue Aufl. Paris. 1799. 4 B. 4.) macht (s. auch unten) wahrscheinlich, daß das wahre System von diesem Weltweisen unter dem Symbol eines im Mittel der Welt befindlichen Feuers verborgen und nur erst später durch seinen kühneren Nachfolger Philolaus (ich komme auf ihn zurück) öffentlich vorgetragen worden sey. Wohl mag unter den Alten selbst keine übereinstimmende Ansicht von der, diesem Systeme eigentlich beizumessenden Ausdehnung geherrscht haben, indem von Einigen bloß erwähnt wird, daß sie der Erde lediglich eine Bewegung um ihre Axe beigelegt und hieraus die tägliche Bewegung des Himmels erklärt hätten, wobei sie noch immer den Umlauf der Sonne u. s. w. annehmen konnten. Diese Meinung legt z. B. Plutarch („De placitis Philos.“ III. 13. 17.) dem Heraklides von Pontus, dem Ekphantus und Selenkus von Erythräa bei. Also trägt auch Cicero die Ansicht des Nicetas von Syracus („Nicetas Syracusanus, ut ait Theophrastus, coelum, solem, lunam, stellas, supera denique omnia stare censet, neque praeter terram rem ullam in mundo moveri, quae cum circa axem se summa celeritate convertat et torqueat, eadem effici omnia, *quasi stante terra coelum moveretur*“ *Cic.* „Quaest. Acad. IV. 39.) vor, wo offenbar nur von der täglichen Bewegung die Rede ist. Andere dagegen erhoben sich in der That schon dahin, der Erde zugleich einen Umlauf um die Sonne beizulegen. Dieß erzählen z. B. Diogenes und Plutarch von dem schon oben genannten Weltweisen Philolaus von Crotona, auf den ich hier zurückkommen wollte, vom Archytas von Tarent, und Timäus von Locris. Dieselbe Lehre ist, wie Archimed im „Arenarius“ anführt, auch vom Aristarch von Samos aufgestellt, und, in seinen letzten Jahren, sogar von Plato angenommen worden. Plutarch l. c. versichert, dieser große Weltweise habe kurz vor seinem Tode sein Bedauern darüber ausgesprochen, „der Erde den für sie ganz ungehörigen Platz im Mittel des Ganzen angewiesen zu haben“; und er beruft sich dabei auf das Zeugniß des Theophrast, welcher eine nicht auf uns gekommne Geschichte der Astronomie geschrieben hat. Mit der solchergestalt angenommenen Bewegung des Planeten Erde um die Sonne, ist aber der Umlauf der übrigen Planeten um dieselbe so genau verbunden, daß man auch den letzteren als eine Lehre der Pythagoräer ansehen darf, wenn dessen gleich, als einer solchen, bei den Schriftstellern nicht ausdrücklich gedacht wird. Man hat daher auch das ganze Copernikanische System, auf welches ich nun bald im versprochenen Detail übergehe, wie (vgl. hinten) schon oben nach Montücla angedeutet ist, als vorbereitet durch die, den späteren Astronomen natürlich nicht unbekannt gebliebenen Meinungen der Italischen Schule angesehen; und noch der 1694 zu Paris verstorbene Französische Gelehrte Ismael Boulliaud trägt dasselbe sogar durchaus unter dem Namen des vorn erwähnten Pythagoräers Philolaus: „Philolaus, libr. IV.“ Amst. 1639. 4. vor.

Allein ein bei weitem größerer Theil der Griechischen Astronomen und Philosophen blieb doch bei der, durch den sinnlichen Schein, welchem gegenüber die entgegengesetzte Ansicht sich nur wie ein Ahnungsschimmer höherer Wahrheit verhielt, so sehr aufgedrungenen Unbeweglichkeit der Erde stehen; und namentlich Aristoteles vertheidiget dieselbe, und macht den Pythagoräern l. c. über ihre Behauptung des Gegentheils diejenigen Vorwürfe, auf welche ich hier ebenfalls zurückkommen wollte. Dieser dreiste Widerspruch hat, bei der großen Verehrung der Aristotelischen Sätze, die Erlangung der wahren Einsicht von der Sache, deren Schwierigkeit ich hier eben immer bestimmter hervorheben will, sehr aufgehalten, und noch in neueren Zeiten, und als diese Wahrheit endlich mit siegenden Gründen wirklich dargethan war, wenigstens die durchgängige Verbreitung lange verhindert. Man ersieht zugleich aus einer Stelle des Plutarch („De facie in orbe Lunae“), daß die Lehre von der Bewegung der Erde bereits bei den Griechen als ketzerisch gegolten hat, daher die Verwerfung derselben auch aus religiösen Glaubensgründen

in neueren Zeiten nicht ſo ſehr überraſchen darf.

Jene, ſolchergeſtalt alle Bewegung der Erde läugnenden Griechiſchen Aſtronomen und Philoſophen ordneten nun um die in der Mitte ruhend angenommene Erde die ſieben Bahnen des Mondes, des Mercur, der Venus, der Sonne, des Mars, Jupiter und Saturn, und umgaben dieß Alles mit der ſchon oben erwähnten „achten Sphäre der Fixſterne". Den Mercur und die Venus ließen zwar, in Gemäßheit der oben angeführten Egyptiſchen Anſicht, Einige um die Sonne, und nur erſt mit dieſer um die Erde gehen; Andere aber führten ſie in Kreiſen um leere Mittelpuncte, welchen Puncten ſie zugleich mit der Sonne ihre Bewegung um die Erde beilegten, und wodurch ſie auch eine Erklärung der Erſcheinungen (ein „Weltſyſtem") erlangten. Dabei blieb es ſtreitig, ob dieſe beiden Planeten außerhalb oder innerhalb der Sonnenbahn um die Erde gehen. Zu Plato's Zeiten nahmen die Meiſten das Letztere an; und hauptſächlich in dieſer Geſtalt, aber erweitert nach eigenen Anſichten, wird nun dieß alte Griechiſche Weltſyſtem von dem großen Aſtronomen Ptolemäus*, nach welchem es den Namen des „Ptolemäiſchen" führt, unter dem es auch an der Spitze der gegenwärtigen Abtheilung unſeres Artikels über Weltſyſteme aufgeführt iſt, und in demjenigen großen Werke vorgetragen, deſſen wir mit ſeinem Titel „Almageſt" (ſ. gleich unten) ſo oft Erwähnung gethan haben.

Dieſer Aſtronom, dem wir uns alſo, unſerm Entwicklungsplane gemäß, bei ſeinen Forſchungen nach einem die Erſcheinungen erklärenden „Weltſyſteme" ſelbſt erſt wieder nur zur Seite ſtellen, unternimmt im genannten Werke, Buch

* **Ptolemäus** (Claudius), über welchen, gleichwie über ſein oben genanntes Werk, ich hierher verwieſen habe, einer der bedeutendſten (wo nicht der bedeutendſte) Aſtronomen des Alterthums, war geboren um 70 nach Chriſtus zu Peluſium in Egypten, weßhalb Er auch zuweilen „Peluſiensis" genannt wird, lebte und wirkte aber zu Alexandria, unter der Regierung des Hadrian und Marcus Antoninus, und ſtarb um 147 n. Chriſtus (wenigſtens ſind die letzten von ihm bekannt gewordenen Beobachtungen aus dieſem Jahre). Sein großes, das ganze Syſtem damaliger aſtronomiſcher Anſicht und Kenntniß in derjenigen Ausdehnung, welche Er ſelbſt dafür erdacht hatte, umfaſſende Werk, das einzige in dieſer Art, welches aus jenen Zeiten auf uns gekommen iſt, und auf welches ich daher auch jetzt gleich übergehe, hat in der früheren handſchriftlichen, auf Antrieb Kaiſer Friedrich II. um 1230 veranſtalteten lateiniſchen Ueberſetzung den Namen „Magna Constructio;" den urſprünglichen, demſelben vom Verfaſſer ſelbſt beigelegten griechiſchen Titel nebſt etymologiſchen Notizen aber habe ich vorn S. 257 angeführt. Dieſes ausführliche Werk iſt in 13 Bücher getheilt und wurde damals ſo hoch gehalten, daß ſchon der um 800 zu Bagdad regierende Calif Almamon, ein der Wiſſenſchaft huldigender Fürſt, die Ueberſetzung in das Arabiſche befahl, in welcher es die bekannte Benennung des „Almageſt" erhalten hat, davon die Gründe ebenfalls l. c. angeführt ſind (in welchem Bezuge ich jedoch bemerke, daß Lalande „Aſtronomie," §. 366. eine andere Etymologie geltend macht); gedruckt iſt daſſelbe nachher ſehr oft ſo worden: Das erſtemal zu Venedig: „Almagestum Claudii Ptolemäi Pelusiensis Alexandrini, Astronomorum Principis, opus ingens ac nobile, omnes Coelorum motus continens. Felicibus astris eat in lucem, ductu Petri Lichtenstein, Coloniensis Germani." 1515. Fol.; die neueſte Ausgabe iſt durch den franzöſiſchen Gelehrten Halma: Paris, 1813–15. 2 B. 4. beſorgt; eine deutſche Bearbeitung hat man vom verewigten Berliner Hofaſtronomen Bode: „Ptolemäus Beobachtung und Beſchreibung der Geſtirne." Berlin. 1795. 8. — Von dem in dieſem Werke vorgetragenen „Weltſyſteme" gebe ich nun oben einen Auszug, wogegen ich der mannigfachen übrigen Verdienſte des Ptolemäus hier keine weitere Erwähnung thue, ſondern dieſerwegen auf die ſchon citirte „Aſtronomie" von Lalande (2te Auflage), §. 364 flgd. verweiſe.

IX. c. 1 und 2 zu beweiſen, daß die Erde unbewegt im Mittelpuncte aller Geſtirnbewegung ſtehen müſſe, für welche Behauptung die meiſten ſeiner Gründe aus dem Mangel einer (bemerkbaren) Parallaxe der Fixſterne (vgl. d. A. S. 552) hergenommen ſind. Mercur und Venus ſetzt Er unter die Sonne (läßt ihre Bahnen von der Sonnenbahn umſchloſſen ſeyn), um ſie, als deren beſtändigen Begleiter, nicht mit den übrigen, ihr zuweilen entgegengeſetzt erſcheinenden Planeten auf Einerlei Seite zu bringen. Ueberhaupt gründet Er die Ordnung der Planeten darauf, daß derjenige näher ſtehe, welcher ſeinen Kreislauf um die Erde ſchneller vollende, wie man am Monde und der Sonne, wovon jener offenbar näher ſey, indem er die Sonne verfinſtere, gleichwie am Saturn ſehe, der wegen ſeines ſchwachen Lichtes für den entfernteſten gehalten werden müſſe, und auch die langſamſte Bewegung habe. Die oberen Planeten läßt Ptolemäus in Epicykeln (ſ. auch d. A.), wie EFGH der Figur 1. unſerer Tafel XXIII. gehen, deren Mittelpuncte z. B. D ſich im excentriſchen Kreiſe (vergl. d. A.) EABG bewegen. Die Erde T ſteht vom eigentlichen Centrum C der concentriſchen Kreiſe, welche die Geſtirne um ſie beſchreiben, um die Excentricität (auch eigener zu vergleichender Artikel) CT ab; und jenſeit T liegt in gleicher Weite der Punct M, um welchen der Epicykel mit immer gleicher Winkelgeſchwindigkeit umläuft. Die ganze Bahn, wie DABD, wird während der mittleren Umlaufszeit des Planeten zurückgelegt, der Epicykel aber dabei ſo durchlaufen, daß der (betreffende obere) Planet, bei jeder Conjunction mit der Sonne, in H, und, bei jeder Oppoſition, in F iſt. Hieraus erklärt ſich nicht bloß der ſchnellere Lauf bei H, wo ſowohl der Mittelpunct D, als auch der Planet, beide nach E gehen, ſondern auch, und zwar durch bloße weitere Vergleichung der Figur in derſelben Art, der Rücklauf in F, und der zweimalige Stillſtand zwiſchen EF und FG, deſſen Orte im 12. Buche des Almageſt geometriſch beſtimmt und mit den Beobachtungen übereinſtimmend gefunden werden*; und da der Punct D bei A langſamer, bei B ſchneller fortgeht, ſo werden dadurch ſogar die Ungleichheiten der Stillſtände und Rückgänge in den verſchiedenen Theilen der Bahn begreiflich, wenn man nur CT = CM der Größe und Lage nach ſo annimmt, wie es die Beobachtungen erheiſchen.

Für Mercur und Venus ferner folgt der Mittelpunct D dem Umlaufe der Sonne; und der Epicykel wird in der Zeit zwiſchen zwei auf Einerlei Seite derſelben (der Sonne) Statt findenden größten Elongationen durchlaufen*. In Bezug auf den erſteren Planeten, gleichwie auf den Mond endlich, muß hierbei auch noch die Lage der Excentricität veränderlich genommen, rückſichtlich jenes auch der Mittelpunct der gleichförmigen Winkelbewegung von D zwiſchen C und T geſetzt, und zur Erklärung der Breiten ein Schwanken des excentriſchen Kreiſes ſupponirt werden.

Daß Dieß Alles höchſt verwickelt ſey, läugnet Ptolemäus (XIII. 2.) ſelbſt nicht; Er fügt aber hinzu: die Weltkörper ſeyen

* Ich habe, von den Höhen des ſo herrlich einfachen Copernikaniſchen Syſtems (vgl. unten) auf das verwickelte Hülfsmittel der „Epicykel“ herabſehend, daſſelbe zwar öfter ein „erbärmliches“ genannt; allein geſtehen wir uns, indem wir jetzt eine Erklärung ausdenken ſollen, daß es, wenn einmal die Bewegung um die ruhend angenommene Erde als Grundſatz poſtulirt war, dem Scharfſinne des Ptolemäus gleichwohl zum Ruhme gereicht; oder aber verſuchen wir, bei jener Annahme ſelbſt eine andere geſchicktere Hypotheſe anzugeben. — Indeß läßt ſich anderſeits auch nicht abläugnen, daß die obige Erklärung der Rückläufe und Stillſtände durch dieſe Hypotheſe der „Epicykel“ ſchon Manchem ſogar der älteren Weltweiſen Bedenklichkeiten erregte, in welcher Rückſicht ich namentlich *Sen.* „Quaest. nat.“ VII. 25 und 26 zu vergleichen bitte.

* Ich habe in der Figur 2 unſerer Tafel XXIII. noch eine allgemeine zeichnende Ueberſicht dieſes „Ptolemäiſchen Weltſyſtems“ gegeben, welche manchen Leſern zur ſchnelleren Orientirung willkommener ſeyn wird.

lange nicht ſo ſchwer zu bewegen, als es uns falle, ihre Bewegungen zu begreifen; das Einfache im Weltenbau ſey von anderer Art als in den Werken der Menſchen; und hier müſſe die genaue Darſtellung der jederzeitigen Himmelsorte der Geſtirne aus den bloßen Annahmen über die Art ihres Laufes allen andern Rückſichten vorgezogen werden*.

Phyſiſche Mittel, um dadurch die Erklärung aller dieſer wunderbaren Bewegungen zu bewirken, gibt der „Almageſt“ gar nicht an; der Verſuch einer ſolchen Erklärung vermittelſt mehrerer durchſichtiger, concentriſcher, die Geſtirne mit ſich herumführender Sphären, welche Erklärung meinen gelehrteren Leſern aus ihrem Ariſtoteles („Metaphys. XII. 8.) bekannt iſt, gehört vielmehr dem Griechiſchen Weltweiſen Eudorus, Zeitgenoſſen von Plato, an; ich gehe hier aber nicht weiter darauf ein.

In der Folge, als man ſchärfere Beobachtungen der Himmelsorte der Geſtirne anſtellte, fanden ſich immer größere Differenzen zwiſchen dieſen wirklichen Ergebniſſen und dem, nach Ptolemäus Hypotheſe dafür Berechneten; und die Arabiſchen Aſtronomen namentlich, welche faſt alle Anhänger des Ptolemäiſchen „Weltſyſtems“ waren, ſahen ſich zu mancherlei Zuſätzen gezwungen: man mußte für die Mittelpuncte der excentriſchen Kreiſe neue Bewegungen ausdenken, neue Epicykel über die Ptolemäiſchen ſetzen, u. ſ. w. u. ſ. w.; und die Verwirrung ſtieg endlich ſo hoch, daß ſie den König Alphons X. von Caſtilien, welchen wir aus dem Art. Tafeln, S. 562, als einen eifrigen Liebhaber der Aſtronomie kennen, zu dem (*Roderic. Sanctius.* Histor. Hispan. P. IV. c. 5.) bekannten Ausſpruche: „Si a principio creationis humanae *Dei* altissimi consilio interfuisset, nonnulla melius ordinatiusque condita fuisse!“ verleitete.

Dennoch herrſchte dieſes Syſtem mit allem angehängten Flickwercke, auch nach der Wiederherſtellung der Wiſſenſchaft im Occident, ohne Ausnahme fort. Die feſte Meinung von der Unbeweglichkeit der Erde, wie ſie der ſinnlichſte Schein aufdringt, und worüber auch wir, indem wir uns, vorgenommenermaßen, immer nur erſt noch auf dem damaligen aſtronomiſchen Stand-Puncte denken, ſchwerlich Herr geworden ſeyn würden, das Vertrauen zu den Lehren des Almageſt, und die abgöttiſche Verehrung des dieſen Lehren, wie geſagt, ſo ſtreng huldigenden Ariſtoteles machten es lange faſt unmöglich, ſich davon loszureißen, bis endlich Copernikus erſchien, und ein neues, helleres und ſichereres Licht in der Sternkunde anzündete.

Copernikaniſches Weltſyſtem.

Nicolaus Copernikus*, „qui“ wie ſich der uns bekannte Franzöſiſche Mathematiker Pontécoulant („Théorie analytique du système du monde“. Paris. 1829. II. 198.) über ihn ausdrückt, „a été occupé toute sa vie à substituer aux mouvements apparents des astres, leurs mouvements réels, et à redresser des erreurs nées des illusions de nos sens“, war zu Thorn am 19. Januar 1472 aus einem edlen Geſchlechte geboren. Der große Ruf, deſſen damals der kurz nachher (1476) verſtorbene deutſche Aſtronom Regiomontanus, eigentlich Müller aus Königsberg in Franken, von welchem in unſerm Werke mehrmals die Rede geweſen iſt, unter mehrfachen Geſichtspuncten, keineswegs aber als Reformator der Ptolemäiſchen Irrthümer, genoß, erweckte in Copernikus zuerſt die Neigung zur Sternkunde, welche Wiſſenſchaft er auf den

* Ich finde in meinen Notizen, „daß Ptolemäus bei ſeiner Hypotheſe eigentlich auch nur die Abſicht einer ſolcher Vorherbeſtimmung der jederzeitigen Geſtirnörter gehabt habe, ohne entſcheiden zu wollen, ob dieſe Hypotheſe nun auch wirklich den Gründen der Vorgänge entſpreche;“ kann aber den alten Schriftſteller, aus welchem die Behauptung genommen iſt, nicht näher bezeichnen.

* Die Anordnung meines Vortrages bedingt die unmittelbare Verflechtung der biographiſchen Notizen über dieſen großen Mann in die Notizen über ſein Syſtem ſelbſt. Indeß führe ich hinten ausführlichere Biographien über ihn an.

Universitäten zu Krakau und Bologna studierte, wonächst Er als Professor der Mathematik zu Rom auftrat. Seiner Mutter Bruder, der damalige Bischof von Wermeland, verschaffte ihm indeß bald ein Canonicat im Domstifte Frauenburg, und setzte Ihn dadurch in den Stand, fortan lediglich der Astronomie zu leben. Hierbei fielen ihm nun die Schwächen der Ptolemäischen Weltordnung, der gänzliche Mangel an Symmetrie und Ordnung, die Unzulänglichkeit der Epicykel zur Erklärung der planetarischen Bewegungen u. s. w. u. s. w. lebhaft in die Augen; und Er überzeugte sich, daß die so einfache Natur unmöglich eine solche verworrene Einrichtung getroffen haben könne. Er beschloß daher, zuvörderst aus den Schriften der Alten alle Meinungen über den Weltbau zu sammeln und mit Ptolemäus Behauptungen zu vergleichen; und Er stieß hierbei auf die schon oben, mit Verweisung hierher, hervorgehobenen Ansichten der Pythagoräer, namentlich des Philolaus, über die Arendrehung des Erdkörpers und seinen Lauf um die Sonne, welche Behauptungen, wenn sie sich auch dort noch nicht in ein rationelles System gebracht fanden, doch, wie ich mich vorn ausdrücke, bereits einen „Ahnungsschimmer höherer Wahrheit" abgaben. Besonders die Idee, daß die tägliche Himmelsbewegung bloß scheinbar sey und vielmehr nur durch jene Umdrehung der Erde um ihre Axe in entgegengesetzter Richtung bewirkt werde, fesselte Ihn dergestalt, daß Er sich ihr sogleich entschieden ergab, wogegen Er sich zum Glauben auch an den Jahreslauf der Erde um die Sonne noch immer nicht erheben konnte. Als Er aber später beim Martianus Capella (ich habe die Stellen auch angegeben) fand, daß schon im Alterthume die erwähnte „Egyptische Weltordnung" den Lauf des Mercur und der Venus um die Sonne admittirt hatte, so ward Ihm dieß ein ganz neuer Strahl: denn die Folgen dieser Voraussetzung zeigten sich Ihm mit den Erscheinungen so auffallend zusammentreffend, daß jeder von Vorurtheil freie Verstand wenigstens die hohe Wahrscheinlichkeit dieser neuen Weltordnung zugeben mußte, wie denn auch wir selbst, die wir der Forschung bis hierher, Plangemäß, noch immer Schritt für Schritt gefolgt sind, jetzt anfangen, an Ptolemäus Auctorität zweifelhaft zu werden. Copernicus dehnte seine dießfallsigen Untersuchungen hiernächst aber ferner auf den Mars, Jupiter und Saturn aus, und ward mit unbeschreiblichem Entzücken gewahr, daß sich, bei der Annahme des Umlaufes auch dieser Planeten um die Sonne, die planetarischen Rückgänge, Stillstände, die Verschiedenheiten der scheinbaren Größen der Planeten u. s. w., ohne die mindeste Zuhilfenahme von Epicykeln, gleichsam von selbst erklärten. Da nun überdieß die Bewegung kleinerer und weniger glänzender Körper um den größeren, glänzenderen, also der soviel kleineren Planeten um die unendlich größere Sonne aus der bloßen Natur der Sache zu folgen schien, an der gleichfalls planetarischen Beschaffenheit auch der Erdkugel, aus tausend Gründen der Analogie, aber gar nicht gezweifelt werden konnte; so entschloß Er sich denn endlich, wie auch wir es nunmehr mit Ihm thun, dem Planeten Erde nicht weniger seine Bahn um die Sonne, und zwar zwischen der Venus und dem Mars, anzuweisen. Er bemerkte mit immer wachsender Bewunderung die herrliche Simplicität, mit welcher sich, bei dieser Annahme, alle Verwicklungen auflösten, und sah sich durch alle diese Betrachtungen schon um das Jahr 1507 von der völligen Richtigkeit seiner Ansicht überzeugt, welche Ueberzeugung von der vollkommensten Richtigkeit dieses „Copernikanischen Weltsystems", im Gegensatze des Ptolemäischen, durch immer fortgesetzte Beobachtungen und Vergleichungen letztlich allgemein den Charakter unerschütterlicher Festigkeit* angenommen hat, aus wel-

* Ich bedinge mir wiederholentlich und ausdrücklich aus, auf die Erweiterungen, welche dieses System, ohne darum an der somit behaupteten Unerschütterlichkeit seiner Grundlagen gelitten zu haben, später namentlich durch Kepler erfahren hat, bevorworteterma-ßen, erst hinten zu kommen. Die schon hervorgehobene „Unerschütterlichkeit" des

chem Gesichtspuncte auch wir dasselbe, also mit nunmehriger gänzlicher Aufgebung unserer bisherigen eigenen Mitforschung, unter Anerkennung seiner Auctorität, fortan mit Ehrfurcht betrachten.

Copernicus selbst war ebenfalls nur noch mit solchen fortgesetzten Beobachtungen und Vergleichungen beschäftiget, und brachte dabei das Manuscript seines großen hierüber sprechenden Werkes: „De orbium coelestium revolutionibus libri VI.“ (vergl. unten) gegen das Jahr 1530 zu Stande. Da Er aber besonders den Widerspruch der, mit seinem Systeme streitenden Bibelstellen, welche meinen Lesern bekannt sind, oder aber von Ihnen in unserm Artikel über den, wie wir wissen, in solche Streitigkeiten verwickelten, unglücklichen Galilei, Seite 436 des 1. Bandes, nachgesehen werden können*, zumal als Geistlicher, schonen mußte, wohl auch das Ansehen verjährter Vorurtheile und der Aristotelischen Schule fürchtete; so verschob Er die Bekanntmachung dieses Werkes von einer Zeit zur andern. Indessen hatte sich der Ruf davon doch allgemein verbreitet. Der Cardinal von Schomberg, Bischof von Padua, schrieb 1536 an Copernicus, und ersuchte Ihn um Mittheilung seiner Sätze. Georg Joachim, insgemein Rhäticus genannt, derzeitiger Professor der Mathematik zu Wittenberg, entsagte seiner Professur, begab sich zu Copernicus nach Frauenburg, und erbot sich, zur Ausführung der ganzen Sache behilflich zu werden; und durch diesen sendete Copernicus denn endlich sein Werk nach Deutschland, wo es 1543 zu Nürnberg, mit einer Zueignung an den Papst Paul III. in folio (nachher Basel. 1566. und Amsterdam. 1617. 4.) erschien. Er stellt in derselben, aus den angedeuteten Gründen, sein System bloß als eine Hypothese vor, die die Phänomene erkläre, und den Weltbau in eine faßlichere Ordnung bringe; aber das Werk selbst zeigt sehr deutlich, daß Er seine Lehre mit fester Ueberzeugung als die allein wahre und mögliche erkannt habe. Leider konnte Er von den durch dasselbe hervorgebrachten Eindrücken hienieden nicht mehr Zeuge seyn, indem, noch vor Beendigung des Druckes, ein plötzlicher Blutsturz seinem Leben am 24. Mai 1543. ein Ende machte. Wir besitzen, wie ich gleich hinzufüge, eine ausführliche Biographie dieses unermüdlichen Forschers um Wahrheit, durch Gassendi: „Vita Nic. Copernici“. Haag. 1542. 4. und eine neuere, mir nicht vorliegende, durch Westphal: Konstanz. 1822. Statuen sind Ihm nachher in Warschau errichtet worden; ob eine solche, welche später in seiner Vaterstadt Thorn projectirt war, schon ausgeführt ist, weiß ich augenblicklich nicht anzugeben; — in jedem Falle bleibt sein Weltsystem sein schönstes Monument.

Dasselbe setzt, wie ich, mit dem Vorbehalte, hinten nochmals darauf zurückzukommen, nunmehr erst in den Hauptmomenten nochmals resumire, die Sonne also in das Mittel, und läßt um dieselbe den Mercur, die Venus, die Erde, den Mars, Jupiter und Saturn, als die damals allein bekannten Planeten, in excentrischen Kreisen* (vgl. wieder diesen schon citirten A. S. 410) laufen, deren Halbmesser der Ordnung nach fast wie die Zahlen 4, 7, 10, 15, 52, 95 wachsen; diese Kreisbahnen werden nach Einerlei Richtung, die kleineren in kürzeren, die größeren in längeren Zeiten zurückgelegt. Die Erde, indem sie hierzu 1 Jahr anwendet, drehet sich dabei zugleich täglich um eine

Copernikanischen Satzes der Bewegung der Erde um die Sonne, im Gegensatze der umgekehrten Ptolemäischen Forderung, mag nochmals als ein Beispiel dienen.

* Die Seite ist durch einen unbemerkt gebliebenen Druckfehler, statt mit 436, mit 336 bezeichnet, welches ich zugleich zu ändern bitte.

* Auf die Kepler'sche Substitution der Ellipse für diese Kreisform, als eine der gleich vorn angedeuteten Erweiterungen des Copernikanischen „Weltsystems,“ komme ich, bevorwortetermaßen, hinten. Hier hebe ich nur seinen Hauptcharakter der Bewegung unseres Planeten Erde, statt der von Ptolemäus prätendirten Unbeweglichkeit desselben, mit den nächsten Folgen hervor.

ſich immer ſelbſt parallel bleibende Axe, welche mit jeder auf der Ebene der Bahn lothrechten Linie einen unveränderlichen Winkel von 23½° (Schiefe der Ekliptik, vergl. d. A.) macht, wodurch der Wechſel der Jahreszeiten, der Tag- und Nachtlängen u. ſ. w. bedingt iſt*. Auf jenem Jahreswege wird ſie vom Monde begleitet, den ſie außerdem, in derſelben Richtung und einer ähnlichen Bahn, alle Monate umkreist, und etwann um 1/40 ſoweit von ihr, als ſie ſelbſt von der Sonne, abſteht. Alle dieſe Bahnen fallen nicht vollkommen in Einerlei Ebene, obgleich die Winkel, unter welchen ſie ſich gegen einander neigen, nur wenige Grade betragen.

Dieß ſind die Fundamentalſätze des Copernicaniſchen Weltſyſtems; auf die weitere Erklärung der Phänomene daraus komme ich, wie geſagt, hernach in einer eigenen Zuſammenſtellung, nachdem ich nur erſt noch das, auch ſchon vorn erwähnte, inzwiſchen erdachte Tychoniſche Syſtem etwas näher betrachtet haben werde. Denn nicht alſobald wurde die Lehre des Copernicus nach Verdienſte gewürdiget und allgemein angenommen. Nur wenige Gelehrte bekannten ſich gleich uneingeſchränkt zu derſelben, indeß ſich die Meiſten durch Vorurtheile, durch die Auctorität des Ariſtoteles, und durch Rückſichten auf die angedeuteten Bibelſtellen abhalten ließen, derſelben auch nur die ſo wohl verdiente Aufmerkſamkeit zu ſchenken. Von jenen Vorurtheilsfreieren Aſtronomen nenne ich Rhäticus, deſſen ſchon oben Erwähnung geſchehen iſt, und der auch die angeführte 2. Ausgabe (die Baſeler) vom Werke des Copernicus beſorgte; Erasmus Reinhold, Profeſſor zu Wittenberg, welcher Planetentafeln: „Tabulae Prutenicae coelestium motuum". Wittenb. 1551. 4. nach dem neuen Syſteme herausgab; wogegen ſelbſt Mäſtlin (Möſtlin), der uns ſchon mehrfach bekannt gewordene, ausgezeichnete Profeſſor der Mathematik zu Tübingen, obwohl er Anfangs Copernicaner geworden war, und, wie ich in meinen Notizen finde, bei einer Reiſe durch Italien durch ſeine Reden ſogar Galilei von der Vortrefflichkeit des neuen Syſtems überzeugt haben ſoll, ſpäter doch wieder zur Ptolemäiſchen Anſicht zurückkehrte, welcher er auch in ſeinem „Epitome Astronomiae". Heidelb. 1582. 8. allein huldiget.

Indeſſen waren die Mängel dieſer letzteren durch Copernicus Auseinanderſetzungen doch wenigſtens fühlbarer geworden: man ſah allmälig immer deutlicher ein, daß mit derſelben allein nicht länger auszukommen ſey; und dieß veranlaßte denn den großen praktiſchen Aſtronomen Tycho de Brahe* einen

* Ueber dieſe Erklärung, welche dem Scharfſinne des Copernicus vielleicht die meiſte Ehre macht („qui," wie ſich Lalande „Astronomie," §. 1108. ausdrückt, „prouve mieux le génie de *Copernic*"), handle ich ausführlich im beſondern Art. Parallelismus der Erdaxe, komme, bevorwortetermaßen, auch hinten nochmals darauf zurück.

* Ich gebe die nachſtehenden biographiſchen Notizen über **Tycho de Brahe** (wie er gewöhnlich genannt wird, oder eigentlich Thyge Brahe) nach einem mir mitgetheilten Auszuge aus der kürzlich erſchienenen „**Store og gode Haudlinger af Danske, Norsque og Holsteuern**" des däniſchen Schriftſtellers Ove Malling, den Leſern, welche ſich dadurch nicht befriediget finden ſollten, die Vergleichung des betreffenden Artikels (Brahe, Tycho) der, ohnedieß in ihrer Aller Händen befindlichen „Real-Encyklopädie" („Converſations-Lexicon") anheim ſtellend.

„Thyge Brahe, aus einer altadeligen, urſprünglich ſchwediſchen Familie, wurde den 19. December 1546 in Dänemark geboren und in dem Hauſe ſeines Oheims, Jörgen Brahe, erzogen. Sein Vater, der ſich nie um die Wiſſenſchaften bekümmert hatte, war der Meinung, ſein Sohn könne ſie ebenfalls entbehren, und beſtimmte ihn zum Kriegsdienſt. Sein Oheim indeß, der zu verſchiedenen Malen Beweiſe von Scharfſinn und Verſtand an dem Knaben wahrgenommen hatte, war dafür, ihn ſtudiren zu laſſen. Er ſetzte ſeine Anſicht auch durch, denn er war ſehr reich, ohne Kinder, und ernannte ſeinen Neffen zu ſeinem Erben. Daß der junge Brahe ſich fortan den Wiſſenſchaften widmen durfte, verdankte er alſo ſeinem Oheim.

Mittelweg zwiſchen dem Ptolemäiſchen und Copernicaniſchen Syſteme zu ſuchen, wobei er aus dem letzteren ſoviel in das erſtere übertrug, als, ohne dem Ariſtoteles und der damaligen Schriftauslegung zu widerſprechen, möglich war. Alſo entſtand das

Schon bei den erſten Schul-Uebungen zeigten ſich häufig ſeine herrlichen Anlagen, verbunden mit jenem ruhigen Nachdenken, welches ihnen erſt Werth und Bedeutung verleiht. Es dauerte nicht lange, ſo war er der lateiniſchen Sprache vollkommen Meiſter, machte Verſe in derſelben und beſaß auch gute Kenntniſſe in den anderen Schulwiſſenſchaften. Sein Oheim ſchickte ihn jetzt mit einem Hofmeiſter, Anders Vedel, auf die Univerſität, — zuerſt nach Kopenhagen, und dann nach Leipzig. Da er jedoch nur ſo viel lernen ſollte, als zur Verwaltung eines Staatsamtes nöthig iſt, hielt man es für hinreichend, wenn man ihn die Rechtswiſſenſchaft und etwas Philoſophie hören ließ; dahin lauteten auch die Inſtructionen des Hofmeiſters, welche dieſer genau befolgte. Er hielt ſeinen Zögling zum pünctlichen Beſuche der Vorleſungen an und gab ihm nur ſolche Bücher in die Hände, die in das Rechtsfach ſchlugen.

Der junge Brahe ließ ſich ruhig leiten, obgleich ihm dieſe Beſchäftigung nicht genügte. Sein geweckter Verſtand und ſein lebhafter Geiſt fanden zu wenig Nahrung im römiſchen Recht und in der ſcholaſtiſchen Philoſophie; ſie wollten ſich höher emporſchwingen. Sah er daher eine Mond- oder Sonnenfinſterniß, hörte er den Sturm ſauſen, den Donner rollen, oder war er Zeuge anderer Naturſcenen, die mit Recht die Aufmerkſamkeit eines jeden denkenden Weſens erregen, dann war ſeine Seele entzückt. Er beobachtete jene Erſcheinungen auf das genaueſte, zeichnete ſie an, forſchte nach ihren Urſachen und Wirkungen; und da er wußte, daß man — um ſie zu erfahren und zu berechnen — Mathematik und Aſtronomie ſtudiren müſſe, wünſchte er Unterricht in dieſen Wiſſenſchaften. Er verwendete ſein Taſchengeld dazu, um ſich kleine mathematiſche Inſtrumente, eine Himmelskugel und diejenigen Bücher zu kaufen, welche ihm als Wegweiſer bei dem Studium jener Wiſſenſchaften dienen konnten. Der Hofmeiſter — übrigens ein wohlunterrichteter Mann — war in der Mathematik durchaus nicht bewandert, und wollte auch ſeine Inſtructionen in Bezug auf Brahe nicht überſchreiten. Er ſuchte daher ſeinen Zögling von der Aſtronomie abzuziehen und ſeine Aufmerkſamkeit ausſchließlich auf die Rechtslehre zurückzuführen; dieß war jedoch nicht möglich. Brahe beſuchte zwar die juriſtiſchen Kollegien, — ſo wie dieſe jedoch vorüber waren, nahm er Jeden, deſſen er habhaft werden konnte, um ſich in der Mathematik und Aſtronomie unterrichten zu laſſen. Hatte er keinen ſolchen bei der Hand, ſo half er ſich ſelbſt weiter, und fand er bei Tage keine Zeit dazu, ſo verließ er des Nachts — wenn der Hofmeiſter ſchlief — das Bett, betrachtete die Sternbilder, verglich ſie mit denen auf ſeiner Himmelskugel und ſtellte ſeine Betrachtungen darüber an.

Unterdeß ſtarb ſein Oheim Jörge Brahe und hinterließ ihm nicht nur ſein Gut Knutſtrup, ſondern auch ein bedeutendes Vermögen. Thyge Brahe wurde zur Uebernahme der Erbſchaft zurückberufen. Er mußte nun zwar die Univerſität Leipzig verlaſſen, doch gab er damit keineswegs ſeine Lieblingsſtudien auf.

Große Geldmittel — wenn ſie unverhofft in die Hände der Jugend gerathen — pflegen in der Regel eben ſo große Hinderniſſe beim Fortſetzen der Studien zu werden. Der äußere Glanz, die Bequemlichkeit und das Wohlleben tragen gewöhnlich den Sieg über den fortgeſetzten Fleiß davon, den die Wiſſenſchaften erfordern. Bei Brahe war dieß jedoch nicht der Fall. Kaum hatte er ſeine häuslichen Angelegenheiten geordnet, als er ſich auch ſchon wieder auf Reiſen begab; und da er jetzt vollkommene Freiheit und hinreichende Mittel beſaß, ſeine Lieblingswiſſenſchaften Mathematik, Chemie und Aſtronomie zu treiben, ſo waren es dieſe Rückſichten allein, welche ihn bei der Wahl der Aufenthaltsorte leiteten. Zuerſt blieb er in Wittenberg, dann ging er nach Roſtock und beſuchte ſpäter die anderen berühmten Univerſitäten Deutſchlands und der Schweiz. Er verkehrte mit den berühmteſten Männern; er nahm überall die beſten Sternwarten und mathemati-

Tychonische Weltsystem.

Tycho de Brahe („De mundi aetherii recentioribus Phaenomenis". Uranib. 1588. 4. maj. und nachher Pragae. 1603.) setzte zwar die Erde wieder unbewegt in's Mittel, und ließ um sie den Mond und, in größerer Entfernung,

schen Instrumente in Augenschein; er verschaffte sich einen Begriff von der Construction derselben; er dachte über ihre Zweckmäßigkeit nach und fand ihre Mängel heraus.

Diese Reise dauerte fünf Jahre.

Er sammelte endlich einen solchen Vorrath von Kenntnissen und Erfahrungen, daß er sich zuletzt nicht mehr mit dem begnügen konnte, was Andere vor ihm gedacht und gethan. Er war jetzt im Stande, selbst weiter zu forschen, neue Entdeckungen zu machen und Instrumente zu erfinden, die vollkommener und bequemer als diejenigen waren, welche man bereits besaß. Dieß sah man, als er auf seiner Heimreise in Augsburg Instrumente nach seiner eigenen Angabe anfertigen ließ; ja, er machte auch zu jener Zeit den Entwurf zu dem großen und bewunderungswürdigen Himmelsglobus, der — nachdem er durch den Fleiß vieler Jahre endlich fertig geworden — für eines der größten Meisterstücke der Kunst und Wissenschaft galt. *

Nachdem Brahe von seinen Reisen zurückgekehrt war, lebte er entweder auf seinem eigenen Gute Knutstrup oder auf einem benachbarten Gute bei seinem Oheim Steen Bille; um jedoch durchaus keine Zeit zu verlieren, ließ er auf beiden Gütern die nöthigen Einrichtungen treffen, welche zur Fortsetzung seiner Beobachtungen und Studien erforderlich waren. Damit man ihn indeß nicht für einen Sonderling oder Mißvergnügten hielte, ließ er sich auch zuweilen in Kopenhagen sehen. Die Hauptstadt war jedoch nicht sein Element. Die vielen Besuche, welche er theils zu empfangen, theils zu machen hatte, fielen ihm beschwerlich, und es verdroß ihn, entweder müßig zu gehen, oder die Zeit durch Schwatzen über Nichtigkeiten zu verschwenden. Nach möglichst kurzem Aufenthalt verließ er daher stets die Residenz wieder und eilte zu seinen Lieb-

* Diese Himmelskugel, welche 5000 Thlr. gekostet, war von Messing und hatte 6 Fuß im Durchmesser. Sie ist 1728 bei dem großen Brande in Kopenhagen mit zerstört worden.

lingsbeschäftigungen zurück. Diese waren aber auch keineswegs unbedeutend, denn der junge Mann trat von Zeit zu Zeit mit Entdeckungen und Bemerkungen hervor, die im In- und Auslande bewundert wurden, denn sie waren neu und der Aufmerksamkeit der Professoren der Astronomie bisher völlig entgangen.

So ungewöhnliche Verdienste konnten nicht lange verborgen bleiben. Friedrich II. (1559—1588), ein Beförderer der Wissenschaften, begünstigte seine Forschungen und zeichnete ihn öffentlich aus. Hierdurch bekamen viele Edelleute Lust, die Wissenschaften kennen zu lernen, welche ihn so berühmt machten. Sie wünschten einen Vortrag darüber zu hören, doch gab es an der Universität noch Niemand, der hinreichende Kenntnisse derselben besaß, um den gemachten Anforderungen zu genügen. Auf den Wunsch des Königs mußte sich Thyge Brahe daher selbst dazu verstehen, Astronomie vorzutragen, und man hatte den schönen Anblick, einen jungen und reichen Edelmann öffentliche Vorlesungen über Wissenschaften halten zu sehen, die er nicht nur fast ausschließlich verstand, sondern auch bedeutend weiter gebracht hatte.

Hieraus und aus vielen anderen Umständen entnahm Friedrich II., daß es sich um einen Mann handelte, der nur der Unterstützung und des Schutzes bedurfte, um seinem Vaterlande Ehre und der ganzen gelehrten Welt Nutzen zu bringen. Er schenkte ihm daher auf Lebenszeit die im Sunde gelegene kleine Insel Hveen, welche eine bequeme Stätte zur Betreibung derjenigen Wissenschaften bot, die Brahe liebte. Er erlaubte ihm, auf Königliche Kosten daselbst ein Gebäude aufführen und es ganz so einrichten zu lassen, wie er es für sich und seine Studien wünschte. Dieß wurde auch ins Werk gerichtet, und es erhob sich auf der Insel Hveen das prächtige, überall berühmt gewordene Schloß Uranienburg. *

* Von diesem Schlosse, wo Brahe die Besuche vieler Europäischen Fürsten empfing, findet man jetzt nur noch Ruinen.

die Sonne laufen; gab aber doch den übrigen fünf Planeten Bahnen, welche um die letztere gehen, und von welchen dieſe Geſtirne alſo nur mit um die Erde geführt werden ſollten. Man ſieht leicht ein, daß dabei die wahre Bewegung der Planeten in Epicykloiden (denken wir an Radlinie) angenommen werden mußte, woraus die verſchiedene Geſchwindigkeit nebſt den Stillſtänden und Rückgängen, ohne Anwendung der Ptolemäiſchen „Epicykel", begreiflich gemacht werden kann. Den dem Mercur und der Venus ſolchergeſtalt angewieſenen Kreiſen um die Sonne legt Tycho Halbmeſſer bei, welche kleiner als der Halbmeſſer der Sonnenbahn um die Erde ſind, ſo daß ſich dieſe beiden Planeten von der

Sobald es vollendet war, ließ Brahe ſich in demſelben häuslich nieder und widmete ſich nun gänzlich den Wiſſenſchaften. Bisher hatte er größtentheils ſtudirt, um ſelbſt noch zu lernen, jetzt aber arbeitete er zugleich, um Europa aufzuklären. Mit der Chemie vergnügte er ſich, aber die Aſtronomie war die Hauptſache. Er ſtellte Inſtrumente zuſammen, beobachtete die Natur und die Wirkungen ihrer Erſcheinungen; er rechnete Dinge heraus, an welche bisher Niemand gedacht, und die von der Nachwelt mit Bewunderung aufgenommen worden; er leiſtete ſo viel, daß mit Thyge Brahe, dem Däniſchen Manne, eine neue Epoche in der Geſchichte der Aſtronomie begann. Thyge Brahe auf Schloß Uranienburg war das Wunder des Nordens. Gelehrte kamen dorthin, um zu lernen, — Fürſten, um ihn zu ſehen. Seine Schriften breiteten ſich immer mehr aus, und mit ihnen ſein Ruhm.

Um eine genaue Ueberſicht von dem zu geben, was er allein in der Aſtronomie geleiſtet, wie viele Vorurtheile er vernichtet, wie viele wichtige Dinge er entdeckt und aufgeklärt, oder zu wie vielen Entdeckungen er Anderen Veranlaſſung gegeben, dazu müßte man faſt die ganze Wiſſenſchaft der Sternkunde durchlaufen und nachweiſen, auf welchem Standpunct er ſie vorfand, und wie weit er ſie gefördert hatte, als er ſtarb. Dieß wäre jedoch die Aufgabe eines bändereichen Werkes, und nicht die eines kurzen Journal-Artikels. Es möge daher die Bemerkung hinreichen, daß er dieſe Wiſſenſchaft zu ſeiner Zeit nur wenig angebaut und den Weg dazu faſt noch gar nicht angebahnt fand; daß er ſich ſelbſt vorarbeitete, und zwar größtentheils durch eigene Beobachtungen und mit Inſtrumenten, die er entweder ſelbſt erfunden oder doch bedeutend verbeſſert hatte; daß er es war, der auf gewiſſe Weiſe Kepler und mit ihm Newton auf die Bahn brachte, die ſie ſpäter mit ſo vielem Ruhme verfolgt haben; und daß ohne ihn vielleicht weder Kepler, noch Newton, noch mehrere Andere das geworden wären, was ſie geworden ſind, eben ſo wenig als die Aſtronomie das, was ſie gegenwärtig iſt.

Unterrichts-Mangel und Reichthum bei jungen Jahren vereinigten ſich, um Brahe zu verhindern, ein Aſtronom zu werden; jenem Mangel wußte er jedoch durch eigenen Fleiß zu begegnen, während er den Reichthum beherrſchte, anſtatt ſich von ihm — wie ſo Viele — beherrſchen zu laſſen. Er wurde verſpottet und über die Schulter angeſehen von ſeinen jungen ebenbürtigen Bekannten, die ſeine Neigungen und — wie ſie ſagten — ſeine thörichte Luſt an der neuen Wiſſenſchaft nicht begreifen konnten. Brahe bedauerte ſie und nahm dieſe Spöttereien für die gewöhnliche Sprache der Unwiſſenheit, Unregſamkeit und Eitelkeit. Er war mit ſeinen Begriffen über wahre Ehre längſt im Reinen. „Beſſer, etwas ſeyn, als etwas ſcheinen," lautete ſein Wahlſpruch, und dieſen hatte er ſtets im Sinn.

Es iſt zu bedauern, daß auch dieſer große Mann nicht dem Geſchick entging, von Neid und Mißgunſt verfolgt zu werden, und ſich mit Friedrichs II. Tode unter ſeinem Nachfolger Chriſtian IV. die Zeiten dergeſtalt änderten, daß man ihm verbot, ſeine wiſſenſchaftlichen Forſchungen im Inlande fortzuſetzen, nachdem man ihm zuvor den Jahrgehalt entzogen hatte.

Brahe nahm daher einen ehrenvollen Ruf des Kaiſers Rudolph II. an, der ein großer Freund der Sternkunde und Sterndeuterei war, und ſtarb zu Prag, im Jahre 1601.

Seine Ungnade hat ſeinem Ruhme nicht den geringſten Abbruch gethan."

Sonne nie weiter, als um die scheinbare Größe der gedachten Halbmesser entfernen, und daß sie demgemäß zwischen ihr und der Erde hindurch gehen können; der Halbmesser der Marsbahn wird dagegen größer als der Halbmesser, aber kleiner als der Durchmesser der Sonnenbahn angenommen, so daß ein Theil von ihr noch innerhalb der letzteren fällt, und Mars danach zwar nie zwischen Sonne und Erde kömmt, der letzteren jedoch in den Oppositionen viel näher als der ersteren steht*; — die Bahnen des Jupiter und Saturn endlich aber fallen weit über den ganzen Durchmesser der Sonnenbahn hinaus.

Die Idee, den Lauf des Mercur und der Venus um die Sonne anzunehmen, haben, wie deßwegen schon vorn so sorgfältig hervorgehoben ist, bereits vor Copernicus einige Weltweise des Alterthums gehabt; eine solche Erklärung nöthiget aber, wie dort ebenfalls bevorwortet worden, unvermeidlich dazu, den Mittelpunct der Bewegung überhaupt in die Sonne zu setzen. Dennoch war Tycho, obgleich er also rücksichtlich jener Bedingung dem Copernicanischen Systeme in dessen Uebereinstimmung mit den gedachten früheren Ansichten treu blieb, namentlich was die Axendrehung und den Umlauf der Erde um die Sonne anbetrifft, davon abgewichen. Er sagt aber auch im citirten Werke S. 185 ausdrücklich, daß ihm das Zeugniß der heiligen Schrift ein „unüberwindliches Hinderniß gegen die Weltordnung des Copernicus scheine“ **. Sonst spricht er jedoch nur mit der größten Achtung von diesem seinen Vorgänger, und räumt ein, „daß sich der Lauf der Planeten aus der Annahme der Erdbewegung viel leichter und kürzer als aus den Epicykeln des Ptolemäus erklären lasse, daß Copernicus viele Thorheiten und widersprechende Sätze der Alten verbessert habe, und daß sein System überhaupt weit besser mit dem Himmel übereinstimme“ *. — Nimmt man aber aus der Copernicanischen Ordnung nur die Bewegung der Erde hinweg, so ist das, was übrig bleibt, ganz genau das System des Tycho.

Dennoch wollte dieser Astronom nicht den Schein haben, als wenn seine Hypothese nichts weiter als eine bloße Abänderung der Copernicanischen sey. Er erzählt vielmehr, „seine genauen Beobachtungen der Parallaxe des Mars hätten ihm 1582 gezeigt, daß uns dieser Planet in der Opposition weit näher als die Sonne komme, — ein Umstand, welcher mit dem Ptolemäischen Systeme (wie ein bloßer Blick auf unsere, dasselbe darstellende Figur 2 zeigt) ganz unvereinbar sey; und da er dasselbe also verwerfen müsse, der Copernicanischen Weltordnung aber aus den angeführten biblischen Rücksichten nicht beipflichten könne: so sey ihm Nichts übrig geblieben, als sein eigenes System auszudenken, und demgemäß die Planeten, namentlich den Mars, um die Sonne, und mit dieser um die Erde zu führen“.

Tycho's Hypothese erklärt zwar die Erscheinungen völlig, aber doch immer nur durch höchst verwickelte, unnatürliche Bewegungen. Wer nach derselben die tägliche (die gemeine) und die eigene (die progressive) Bewegung der Gestirne um die Erde, beide, als, wirklich postulirt, der muß die Sonne und die Planeten in steten Schraubengängen gehen lassen. Welche Mechanik kann einen solchen Lauf durch Kräfte begreiflich machen? Da die Abstände der Himmelskörper von uns veränderlich sind, so müßten diese Schraubengänge bald enger, bald weiter wer-

* Die Figur 3 der vorliegenden Tafel XXIII. macht dieß für solche Leser augenscheinlicher, die den Anblick einer Zeichnung dem Entwurfe durch Anstrengung der Einbildungskraft, welchen ich höher anschlage, den Vorzug geben.

** So steht in meinen Notizen; das in Rede stehende Werk selbst habe ich nicht zur Hand. Lalande, in seiner Uebersetzung, „Astronomie.“ §. 1086. läßt Tycho bloß sagen: „Je pense qu'il faut décidément et sans aucun doute, placer la terre immobile au centre du monde en suivant le sentiment des anciens Astronomes et le *témoignage de l'Écriture.*“

* Diese Zugeständnisse macht Tycho dem Copernikus in einem andern Werke: „Astronomiae instauratae Progymnasmata.“ Uranib. et Prag. 1602. 4. namentlich S. 661.

den, auch dürfen sie nie über die Wendekreise oder den Thierkreis, als Grenzen des Sonnen-, Mond- und Planetenlaufes, ausschweifen, sondern müssen sich, sobald gewisse Puncte darin erreicht sind, in neuen Schraubengängen zurück winden. Niemand hat es gewagt, diese Gänge selbst näher zu betrachten; die Tychonische Theorie setzt die tägliche Bewegung ganz bei Seite, und beschäftiget sich blos mit der eigenen (der progressiven), welche sie als abstrahirt ansieht.

Gleichwohl wurde diese Hypothese mit bei weitem ausgebreiteterem Beifalle aufgenommen, und verdrängte, wie viel größeren Anspruch auch das Copernicanische System auf die Ehre dieses Sieges hatte, vielmehr ihrerseits die Ptolemäischen Ansicht. Nur wenige tiefer sehende Männer erklärten sich für Copernicus; und die Astronomen theilten sich von jetzt an in Copernicaner und Tychoniker. Allein selbst Longomontanus (Dänischer, 1562 auf einem Jütländischen Dorfe geborner und 1647 als Professor zu Kopenhagen verstorbener Mathematiker), der berühmteste unter diesen letzteren, wich („Astronomia Danica". Amst. 1622. 4.) von seinem Lehrer schon darin ab, daß er wenigstens die tägliche Bewegung des Himmels von einer Umdrehung der Erde herleitete, indem er sich nicht entschließen konnte, dem ganzen unermeßlichen Weltbau einen so unbegreiflichen Umschwung um den kleinen Erdkörper anzudichten. Wer aber einmal so weit gegangen war, der Erde eine Bewegung um ihre Axe beizulegen, dem blieben wenig Gründe des Zweifels auch an ihrer Bewegung um die Sonne, d. h. an den Hauptsätzen des Copernicanischen Systems im Widerspruche mit dem Ptolemäischen und Tychonischen; — und es trat außerdem zur weiteren und völligen

Bestätigung dieses Copernicanischen Systems

durch Analogien des Augenscheins, bald darauf noch ein ganz unerwarteter, anderer günstiger Umstand ein.

Gegen Anfang des siebzehnten Jahrhunderts nämlich ward das Fernrohr entdeckt, und zeigte (vergl. d. A. S. 435) in den Händen des großen Galilei sogleich die Ab- und Zunahme des Lichtes des Mercur und der Venus, das Daseyn der Jupitersmonde, die Aehnlichkeit unseres Mondes mit der Erde, die Flecken der Sonne und die Axendrehung dieses großen Gestirns u. s. w. u. s. w.; Alles Dinge, von denen man vor dieser großen Erfindung kaum eine Ahnung gehabt hatte. Es ward nun unwidersprechlich gewiß, daß Venus und Mercur, den Behauptungen wenigstens des Ptolemäischen Systems schnurstracks zuwider, wirklich um die Sonne laufen, daß alle Planeten für sich dunkel sind und ihr Licht nur von der Sonne empfangen, daß sich Weltkörper, wie nun selbst die mächtige Sonne, um ihre Axen drehen können, daß die Erde und ihr Mond sich in einem völlig gleichen Falle wie der Jupiter mit seinen Monden befinde, daß sich die Sonne, als der allein leuchtende und unendlich größere Körper, vor allen übrigen des ganzen Systems auszeichne, und also die Tychonische untergeordnete Rolle des Umlaufes um die kleine Erde darin nicht spielen könne ꝛc. Zugleich hatte Galilei die Theorie der Bewegung mehr aufgeklärt, auch die Schwäche noch anderer Aristotelischen und Scholastischen Sätze deutlich erwiesen, und dadurch die abgöttische Verehrung dieser Lehre geschwächt. Dieser große und scharfsinnige Geist schwang sich über alle Vorurtheile empor, und begünstigte somit in jeder Weise die Ausbreitung des Copernicanischen „Weltsystems", welches nun anfing, immer allgemeiner zu werden.

Nunmehr fing aber auch die Kirche an, ihre Aufmerksamkeit auf eine bisher ihrerseits wenig beachtete Doctrin zu richten, welche sie gegen die von ihr beschützten biblischen Vorurtheile auftreten sah, und in der sie, mit richtigem Fernblick, einen drohenden Feind ahnete; — und sie versuchte jetzt, durch Auctoritäten Dasjenige zu beschirmen, was sie mit Gründen gegen so unerwartete, neue und unbezwingliche Argumente nicht länger vertheidigen konnte. Im Jahre 1615 erklärte die zur Büchercensur verordnete Congregation der Cardinäle zu Rom die Copernicanische Weltordnung für schriftwidrig und ketzerisch, verdammte alle Stellen der Bücher „de revolutionibus",

welche das System als Thatsache darstellen, besonders die zwei Capitel, die des Aristoteles Gründe für die Unbeweglichkeit der Erde widerlegen, und die hierher gehörigen biblischen Stellen betreffen, und verbot sämmtliche bereits erschienenen und noch zu erscheinenden, den Copernicanischen Behauptungen beipflichtenden Schriften.

Galilei selbst, dessen Entdeckungen und Aeußerungen dem „Copernicanischen Systeme", angeführtermaßen, so vortheilhaft gewesen waren, ward noch in demselben Jahre nach Rom vorgeladen, und entging der großen Gefahr nur durch die Erklärung, daß Er bei der alten Lehre bleibe. Er dachte aber von nun an auf Mittel, die Wahrheit mit listig erlangter Genehmigung selbst ihrer Gegner zu verbreiten, und schrieb in dieser Absicht eine schöne Vertheidigung des Copernicanischen Systems, in deren Vorrede Er erklärte, „daß, da man auswärts geglaubt habe, es sey die Verurtheilung dieses Systems das Werk eines Tribunals gewesen, welchem die Gründe des Systems unbekannt geblieben, Er vielmehr zeigen wolle, daß die Italiänischen Lehrer mit diesen Gründen eben so gut, als die gelehrtesten Ausländer bekannt seyen". Eine so geschickte Wendung verschaffte Ihm die Druckerlaubniß seiner (vergl. nochmals die schon citirte Stelle Bd. I. S. 436 unseres Werkes) Gespräche über die Weltordnungen: „Dialogo di *Galileo Galilei* delle due massime sisteme del mondo, Tolemaico e Copernicano", in Firenze, 1632. 4. in welchem Werke verschiedene Interlocutoren die Gründe für beide Systeme gegen einander abwägen, und woraus sich die Ueberlegenheit der Copernicanischen Weltordnung bis zur Evidenz ergibt. Diese Schrift des Galilei wurde von Mathias Bernegger, Professor zu Strasburg: „Dialogi de systemate cosmico". Lugd. 1641. 4. in das Lateinische übersetzt, viel gelesen, und macht mit einer schon vorher erschienenen: „Novantiqua SS. Patrum et probatorum Theologorum doctrina, de sacrae scripturae testimoniis in conclusionibus mere naturalibus temere non usurpandis", ital. et lat. Aug. 1636. 4. eine der glorreichsten Vertheidigungen des Copernicus aus.

Für den Vertheidiger des Copernicanischen Weltsystems, den unglücklichen Galilei aber, hatte eben der große Erfolg dieser beiden Schriften, und das Lächerliche, womit sie die Leute anderer Ansicht bedeckten, die traurige Folge, daß Er, wie ich aus seiner l. c. beigebrachten Biographie hier nochmals anführe, im Jahre 1632 ein zweites Mal zu Rom vor dem Tribunal der Inquisition erscheinen, und am 20. Juni des folgenden Jahres, nach bis dahin erduldeter Gefangenschaft, sich zu einem förmlichen Widerrufe verstehen mußte, wovon man die merkwürdige Urkunde beim Riccioli (vergl. über ihn B. 1. unsres Werkes, S. 343): „Almagest. nov." T. II. lib. 9. ad fin. einsehen kann.

Zugleich war dadurch das Signal zu erneueten und noch heftigeren Streitigkeiten über das Copernicanische System gegeben. In Frankreich schrieb Morin (katholischer Theolog und Schriftforscher, gestorb. zu Paris. 1659) wider, und der uns schon bekannte, 1655 als Professor der Mathematik zu Paris verstorbene Gassendi: „De motu impresso a motore translato". Lugd. Batav. 1649. 4., vortrefflich für dasselbe; gleichwie sich Cartesius, auf welchen ich dießfalls im besondern Art. Wirbel zurückkomme, im Sinne des Systems erklärte; — die Sorbonne selbst aber wollte es in Untersuchung ziehen, und wurde nur durch einige einsichtsvollere ihrer Mitglieder davon abgehalten. Aehnliches zeigt uns die damalige Gelehrten-Geschichte der Niederlande; und auch in Deutschland traten wiederum fast eben so viele Gegner als Anhänger der neuen Lehre auf, ohne daß ich jedoch auf ein weiteres Detail dieser jetzt vergeßnen Streitigkeiten einzugehen habe.

In diesem, also auch nachher noch fortdauernden Zwiespalte, fand nun der große Kepler, zu dessen „Erweiterungen der Copernicanischen Lehre" ich, bevorwortetermaßen, jetzt übergehe, die Astronomie mit ihrer Grundfrage nach dem zu admittirenden „Weltsysteme", als Er in der ersten Hälfte des 17. Jahrhundertes diejenigen Untersuchungen der Planetentheorie unternahm, von welchen der Artikel Kepler's Regeln mit aller, der Wichtigkeit des Gegenstandes angemeßnen Ausführlichkeit handelt. Ein

Mann von seinem Scharfsinne konnte über die Wahrheit auch nicht einen Augenblick zweifelhaft bleiben; und alle seine in dem, schon 1609 zu Prag erschienenen großen Werke der „Astronomia nova“ („de stella Martis“ *) enthaltenen Regeln und darauf gebaueten Doctrinen setzen die Copernicanische Weltordnung und damit die Bewegung der Systemskörper um die Sonne überall als Bedingung** voraus, und sind durch ihre vortreffliche Uebereinstimmung mit dem Himmel eine der stärksten Bestätigungen jener Voraussetzung geworden. Ja, was noch mehr ist, sie geben dem Copernicanischen Weltsysteme selbst erst seine vollkommne Schönheit und Bestimmtheit, indem sie die vorn hervorgehobenen „excentrischen Kreise“ der Planetenbewegung desselben in die auch schon erwähnten Ellipsen verwandeln, die Sonne in deren gemeinschaftlichen Brennpunct stellen, und jene Bewegungen dadurch auf höchst einfache und dennoch allgemeine Gesetze bringen: sie „erweitern“, wie ich darum wiederholt so bestimmt bevorwortet habe, das Copernicanische System, ohne dasselbe in seinen Hauptmomenten zu schwächen. Kepler fand, als Er seine Untersuchungen anhob, den Kreis, als ausschließende Form der Gestirnbewegung, von allen den drei damals noch mit einander rivalisirenden „Weltsystemen“: dem Ptolemäischen sowohl als dem Tychonischen und dem Copernicanischen admittirt; Er hat, wie Er (l. c. „Primus meus error fuit, viam planetae perfectum esse *circulum*; tanto nocentior temporis fur, quanto erat ab auctoritate *omnium Philosophorum* instructior, et Metaphysicae in specie convenientior“) selbst klagt, bei einer solchen allgemeinen Uebereinstimmung über diesen selbigen Punct auch in sonst streitenden Ansichten die größte Mühe gehabt, sich von der Kreishypothese loszureißen; und es muß Ihm diese seine „Erweiterung“ des Copernicanischen Systems, ohne darum doch in Bezug auf dasselbe, wie gesagt, für etwas mehr als Erweiterung zu gelten, also zum höchsten Verdienste angerechnet werden.

Man bezeichnet diesen Kepler'schen Beweis, daß die, dem Copernicanischen Systeme gemäß, die Sonne umlaufenden, sämmtlichen Planeten dabei nicht sowohl Kreise, sondern Ellipsen beschreiben, bekanntlich mit dem Namen der ersten der drei „Kepler'schen Regeln“; die zweite dieser Regeln, welche (S. 908 des Artikels Kepler'sche Regeln) die Proportionalität zwischen Sector und Zeit, gleichwie die dritte (ibid. S. 911) das Verhältniß zwischen den planetarischen Umlaufszeiten um die Sonne und Abständen von derselben betrifft, gehören zwar, da sie sich auf „Ordnung und Verbindung der Weltkörper“, als die angegebenen, ein „Weltsystem“ constituirenden Hauptpuncte beziehen, eigentlich allerdings auch zur näheren Betrachtung hierher. Ich begnüge mich jedoch, indem ich wegen des Details auf den genannten Artikel verweise, nur im Allgemeinen nochmals hervorzuheben, daß auch sie, in ihrer strengen Uebereinstimmung mit dem Copernicanischen Systeme, vorzugsweise mit zu dessen immer mehrerer Bestätigung gedient haben. Und da endlich, nur kurze Zeit nach Kepler der von Newton gelieferte Nachweis der allgemeinen Gravitation (vergl. d. Art.) hinwiederum die Kepler'schen Sätze in ihrer solchergestalt dargethanen Befestigung unseres „Weltsystems“ auf ein noch allgemeineres Grundprincip zurückführen lehrte, alle späteren Beobachtungen aber, wie ich schon vorn geltend gemacht habe, nur immer neue Beweise

* Der ausführliche Titel dieses großen Werkes in Kepler's Regeln. S. 890.

** Ich habe mir oft die Frage vorgelegt, wie es gekommen sey, daß Kepler's Werk, als eine demnach offenbare, wenn gleich nur indirecte Vertheidigung der, in ihrer directen Gestalt doch so schwer angegriffnen Copernicanischen Weltordnung, dergleichen Angriffen habe entgehen können? Wenigstens finde ich Nichts davon; und es muß also angenommen werden, daß dasselbe die Aufmerksamkeit weniger erregt habe, auch wohl bei dem schwierigeren Verständniß seiner vielen Rechnung nicht gleich erkannt und gefaßt worden seyn möge.

für die Richtigkeit der Copernicanischen Lehre abgaben und noch täglich abgeben; so ist die Richtigkeit dieser Lehre somit als dergestalt unwidersprechlich dargethan anzusehen, daß jeder weitere Zweifel, wie dergleichen hier und da zuweilen doch noch laut werden, nur als Narrheit oder Unverstand angesehen werden muß; — und ich gehe also jetzt zu der verheißnen

Erklärung der (vornehmsten) astronomischen Erscheinungen nach dem Copernikanischen Systeme

in einer bestimmten Reihenfolge selbst über.

1) Die tägliche, unbegreiflich schnelle, ja ihrer Natur nach unmögliche gemeinschaftliche Bewegung aller Himmelskörper von Osten nach Westen wird in diesem System auf eine sehr einfache Art durch eine 24stündliche Umwälzung der Erdkugel um ihre Axe, von Westen nach Osten erklärt. Denn indem bei dieser Umdrehung unser Wohnort gegen Osten fortgeführt wird, muß alles Gestirn in der entgegengesetzten Richtung zu laufen scheinen. Es sey Fig. 4 der Tafel XXIII. a s e die Erdkugel, p s ihre Axe, in p der Nord- und in s der Südpol. Jener ist gegen den Punct P und dieser gegen den Punct S der Himmelskugel A D S E gerichtet. a o b ist ein mit dem Aequator parallel gehender Kreis auf der Erde, den der Ort a während einer Umwälzung derselben um den Pol p von Westen gegen Osten zu beschreiben scheint. Gedenkt man sich nun z. B. eine Verticallinie C a A des Orts a, die zu einem im Zenith stehenden Stern A führt, so wird diese Linie mittlerweile, da der Ort a auf der Erde nach a o b fortrückt, am Himmel nach A O B kommen, und daselbst einen um den Pol P, in gleichem Abstande gehenden Parallelkreis beschreiben, dessen Ebene mit a o b parallel liegt, und eigentlich die Grundfläche des geometrischen Kegels A C B ist. Der Scheitelpunct des Ortes a entfernt sich demnach eigentlich bei der Umwälzung der Erde, auf A O B von dem Stern A von Westen gegen Osten, und so läßt es, als wenn dagegen letzterer auf eben dem Parallelkreise nach Westen fortrückte. Eben so geht es mit allen übrigen, auf andern Parallelkreisen liegenden Sternen, und von denen, die in der erweiterten Ebene des Aequators, oder des größten Kreises der sich gegen Osten umwälzenden Erdkugel stehen, ist es noch leichter einzusehen, daß sie in dem Kreise des Aequators am Himmel nach Westen fortzulaufen scheinen müssen.

2) Der jährlich erscheinende Umlauf der Sonne in der Ekliptik von Westen gegen Osten wird mit eben der Leichtigkeit durch einen jährlichen Umlauf der Erdkugel um die Sonne in der Ebene dieses größten Kreises von Osten nach Westen erklärt. Es sey nach Fig. 5 derselben Tafel XXIII. die Sonne S in dem Mittelpunct der Erdbahn, und letztere in 12 Theile oder Zeichen abgetheilt, in deren jedem sich die Erde einen Monat verweilt. Die Erdkugel bewegt sich nun von a nach b c d oder von der linken gegen die rechte Hand um die Sonne, und so muß uns nothwendig die Sonne in einem bis an das Firmament hinaus erweiterten größten Kreis, den wir die Ekliptik nennen, und dessen Ebene mit der Ebene der Erdbahn genau zusammenfällt, weil der Mittelpunct der Erde und Sonne in derselben liegt, nach der entgegengesetzten Richtung am Himmel durch die hinter ihr liegenden Puncte fortzurücken scheinen. Ist die Erde im ♉, so erscheint die Sonne im ♋, kommt jene in den ♒, so rückt diese in den ♌ u. s. w., so daß also die Sonne allemal 6 Zeichen = 180° oder der Erde gerade gegenüber in der Ekliptik sich zeigt. So scheint die stillstehende Sonne, von der sich bewegenden Erde aus betrachtet, nach und nach durch alle Zeichen der Ekliptik hindurch zu gehen* und jährlich einen in sich selbst wiederkehrenden größten Kreis am Firmament zu beschreiben, indem die Erde nie aus der Ebene ihrer Bahn weicht.

* Die einander gegenüberstehenden Zeichen sind nach ihren Anfangspuncten gezählt:

♈	♉	♊	♋	♌	♍
O	I	II	III	IV	V
♎	♏	♐	♑	♒	♓
VI	VII	VIII	IX	X	XI

und eben diese Stellung haben auch die einzelnen Grade, Min. ꝛc. derselben.

3) Der Unterſchied der Sternen- und Sonnentage wird aus der täglichen Umwälzung der Erde um ihre Axe, verbunden mit der Fortrückung derſelben in ihrer Bahn nach der 6. Figur ſehr begreiflich. Die Erde ſey heute in a und die Sonne S erſcheine mit dem Fixſtern E zugleich im Meridian des Ortes n. Nach einer einmaligen Umwälzung der Erdkugel ſey dieſelbe bis in c fortgerückt, ſo iſt der Punct n wieder in der mit nE parallel gehenden Linie ne nach dem nämlichen Fixſtern E (ſeiner unermeßlichen Entfernung wegen) gerichtet, der Stern ſteht folglich abermals im Meridian, und damit iſt ſein ſcheinbarer Umlauf, oder der Sternentag, geendiget. Weil aber inzwiſchen die Erde von a nach c gerückt iſt, ſo erſcheint die Sonne von dem Fixſtern E gegen Oſten nach M, und der Ort n muß durch die Umwälzung der Erdkugel noch von n nach o geführt werden, ehe die Sonne für ihn wieder in den Meridian kommt, und folglich der wahre Sonnentag verfloſſen iſt. Die Erde rückt täglich von a nach c um etwa 1° = dem Winkel aSc fort, demnach die Sonne um eben ſo viel von E nach M = dem Winkel ESM; daher beträgt der Unterſchied zwiſchen dem Sternentag oder der einmaligen Umwälzung der Erde und dem Sonnentag, oder der Wiederkehr der Sonne zum Meridian, ohngefähr 4 Minuten in Zeit*.

4) Die jährlichen Erſcheinungen an den Fixſternen ſind, wieder nach der 5. Figur, leicht vorzuſtellen. Diejenigen Fixſterne nämlich, welche, von dem jedesmaligen Orte der Erde in ihrer Bahn aus betrachtet, hinter der Sonne ſind, ſtehen bei Tage am Himmel, und ſind alſo nicht ſichtbar; die ſich an der linken oder Oſtſeite der Sonne zeigen, erſcheinen des Abends an der weſtlichen, und die an der rechten oder Weſtſeite derſelben ſtehen, des Morgens am öſtlichen Himmel; endlich die hinterhalb der Erde, alſo der Sonne gerade gegenüber, anzutreffen ſind, erſcheinen um die Mitternacht im Süden, und ſind alſo die ganze Nacht ſichtbar. Nur diejenigen Fixſterne, welche ſo weit über der Ebene der Ekliptik (des Papiers in der Figur) und des Aequators gegen die Pole ſtehen, daß ſie des Nachts, bei unſerer ſchiefen Lage der Himmelskugel, entweder beſtändig ſichtbar oder unſichtbar ſind, machen hievon Ausnahmen. Es ſey z. B. nach T hinaus, in einer gegen den Durchmeſſer der Erdbahn ac unermeßlichen Entfernung, der Fixſtern Aldebaran oder das ſüdliche Auge des Stiers. Iſt die Erde gegen Ende des Mai in a, ſo ſteht die Sonne mit dieſem Stern an einem Ort des Himmels, nämlich einige Grade in den ♊; er iſt folglich hinter dem Glanze der Sonne unſichtbar, und ſteht des Mittags mit der Sonne zugleich im Süden. Kommt die Erde in den ♉, die Sonne in den ♋, ſo fängt der Stern an, ſich rechter Hand bei der Sonne, demnach in der Morgendämmerung zu zeigen. Je weiter die Erde im ♒ bis ♌ fortrückt, je mehr ſcheint ſich die Sonne vom Aldebaran nach Oſten hin zu entfernen, er geht daher des Morgens immer eher vor der Sonne auf, und erreicht früher den Meridian. In b oder in den letzten Tagen des Auguſts geht die mit ST parallel laufende Linie bt nach dem Aldebaran, und da der Winkel Sbt = 90° iſt, ſo erſcheint der Stern etwa 6 Stunden von der Sonne weſtwärts, und iſt des Morgens ohngefähr um 6 Uhr im Meridian. Kommt die Erde am Ende des November bis in c, ſo ſteht die Sonne im ♐, dem Aldebaran gerade gegenüber, und die Erde iſt zwiſchen der Sonne und dem Stern, dieſer muß alſo um Mitternacht in den Meridian gelangen. In d iſt am Ende des Februar der Winkel zwiſchen den zum Aldebaran und zur Sonne gezogenen Linien dt und dS abermal 90°, der Stern erſcheint etwa 6 Stunden oſtwärts von der Sonne, oder des Abends um 6 Uhr im Süden: läuft endlich die Erde von d bis a, ſo ſcheint ſich Aldebaran am weſtlichen Himmel

* Die Erdkugel muß demnach, um den Sonnentag vollſtändig zu haben, ſich täglich um etwa einen Grad mehr als 360 um ihre Axe wälzen, und dieß bringt nach Verfluß eines Jahrs eine ganze Umwälzung zuwege. Demnach dreht ſich die Erde in 365 Sonnentagen 366 mal um ihre Axe; d. h. ein Fixſtern hat 366 Umläufe gemacht.

nach und nach der Sonne wieder zu nähern, und wird, wenn ſie gegen den ♐ kömmt, und folglich die Sonne gegen ♊ erſcheint, hinter den Strahlen der Sonne in der Abenddämmerung unſichtbar. Da nun die Fixſterne jährlich (bis auf einige Secunden) ihren Ort behalten und die Erde in jedem Monat des Jahrs denſelben Lauf hat, ſo folgt, daß daß die Zeit der Sichtbar- oder Unſichtbarkeit dieſes oder jenen Fixſterns alle Jahr periodiſch wiederkehrt*.

5) Die der Erde zu ihrer größeren Bewohnbarkeit und Cultur gereichende Abwechſelung der Jahreszeiten entſteht nach der ſehr einfachen und zugleich ſinnreichen Erklärung des Copernicus blos daher, weil ihre Rotations-Axe mit der Ebene ihrer Laufbahn beſtändig einen Winkel von 66½° (= dem Complement der Schiefe der Ekliptik) macht, und zugleich in einer unveränderlichen Richtung von Süden nach Norden ſich auf ihrem ganzen Umlauf um die Sonne parallel erhält. Dieß macht die 7. Figur der Tafel XXIII. deutlich, welche die ſchräge gegen das Auge liegende, und alſo länglicht rund erſcheinende Erdbahn mit dem Ort der Erdkugel und der Stellung ihrer Axe gegen die Sonne S, für den Anfang der vier aſtronomiſchen Jahreszeiten abbildet**. Ns iſt die um 66½° gegen die Ebene ihrer Bahn geneigte und in allen Stellungen ſich parallel bleibende Erdaxe. N der Nord- und s der Südpol, a e der Aequator, n m der Krebs- und o r der Steinbockswendekreis; endlich d i der nördliche und t h der ſüdliche Polarkreis der Erde, auch ſind einige Meridiane der Erde angedeutet. Steht nun die Erde im ♋, ſo erſcheint die Sonne im ♑, und ihre Strahlen S o fallen auf den Steinbockswendekreis ſenkrecht, die Sonne ſcheint alsdann dieſen Kreis o r zu beſchreiben, und macht alſo für die nördlichen Länder den Anfang des Winters, und für die ſüdlichen den Anfang des Sommers. In k liegt etwa Deutſchland, deſſen Zenith aufwärts nach Z geht; und es iſt augenſcheinlich, daß die Sonne uns um dieſe Zeit weit vom Zenith, alſo tief nach Süden hinunter erſcheint. Die Länder zwiſchen dem nördlichen Polarkreis d i haben alsdann beſtändig Nacht, und die zwiſchen dem ſüdlichen t h beſtändig Tag, weil jene bei der Umdrehung der Erde in der dunkeln, und dieſe in der der Sonne zugewendeten oder erleuchteten Halbkugel bleiben. Kommt die Erde nach 3 Monaten in ♎, ſo erſcheint die Sonne im ♈, die Sonnenſtrahlen fallen ſenkrecht auf den Aequator a e, die Sonne ſcheint daher dieſen Kreis zu beſchreiben, und iſt folglich vom Nord- und Südpol gleich weit entfernt. Beide Pole werden von der Sonne erleuchtet, die Meridiane wie N a s e werden Erleuchtungsgrenzkreiſe, und indem ſich die Erde einmal umdrehet, hat ſie ihre ganze Oberfläche der Sonne zugewendet, daher überall auf derſelben Tag und Nacht gleich lang iſt, und in den nördlichen Ländern der Frühling, in den ſüdlichen aber der Herbſt angeht. Wenn die Erdkugel in den ♑ anlangt, ſo ſehen wir die Sonne im ♋, und dann iſt der Nordpol der Sonne zu-, der Südpol aber von derſelben abgewendet. Die Länder zwiſchen dem nördlichen Polarkreis i d haben beſtändig Tag, und die zwiſchen dem ſüdlichen h t beſtändig Nacht. Die Sonnenſtrahlen S m fallen auf m als den Krebswendekreis m n ſenkrecht, die Sonne ſcheint dieſen Kreis zu beſchreiben, und in den nördlichen Ländern geht daher der Sommer, in den ſüdlichen aber der Winter an. Nach Z geht der Scheitelpunct von dem etwa in k liegenden Deutſchlande, und es iſt leicht aus dem Winkel zwiſchen dieſer Verticallinie und S m zu beurtheilen, daß uns die Sonne alsdann hoch am Himmel erſcheinen müſſe. Im ♈ hat endlich die Erde die nämliche Lage wie

* Ich mache wiederholentlich darauf aufmerkſam, daß Linien, aus verſchiedenen Puncten der Erdbahn, mit der von der Sonne nach einem Fixſtern gehenden Linie parallel gezogen, der unermeßlich großen Entfernung dieſer Himmelskörper wegen, als einen und denſelben Stern treffend, anzunehmen ſind. Eben dieß gilt auch von den Graden, Minuten und Secunden der himmliſchen Kreiſe.

** Vergl. Parallelismus der Erdaxe, wo ich dieſen wichtigen Gegenſtand, für welchen ich hier nur andere Worte wähle, ſchon einmal behandelt habe.

in der ♎. Die Sonne erſcheint uns in der ♎ und wirft ihre Strahlen ſenkrecht auf den Aequator, ſo daß die Tag-Halbkugel der Erde bis zu beiden Polen erleuchtet iſt, und die Meridiane nacheinander Erleuchtungsgrenzkreiſe werden, folglich die ganze Erde in 24 Stunden das Sonnenlicht genießt (die Figur ſtellt die Erde dieſſeits der Sonne, und demnach ihre Nachtſeite vor), und Tag und Nacht auf derſelben abermals gleich lang ſeyn müſſen. In dieſer Stellung geht bei uns der Herbſt, in der ſüdlichen Halbkugel aber der Frühling an*.

6) Die periodiſche Lichtabwechſelung des Mondes in 29 Tagen wird nach der 1. Figur der Tafel XXIV. ſehr begreiflich. Der Mond iſt eine für ſich dunkle Kugel, die ihr Licht von der Sonne erhält, und allemal zur Hälfte von derſelben erleuchtet wird. Dieſe lichte Halbkugel des Mondes aber iſt in allen Gegenden ſeiner Bahn nicht gegen uns, ſondern gegen die Sonne gewendet. Es ſey a b c d die Mondbahn, in deren Mittelpunct T die Erde ſich befindet, und in S die Sonne: Steht nun der Mond in a, gerade zwiſchen Sonne und Erde, ſo zeigt er ſich mit der Sonne an einem Ort des Himmels, wendet ſeine dunkle Halbkugel völlig gegen uns, und dann iſt Neumond. Rückt der Mond von da in ſeiner Bahn gegen die linke Hand, ſo entfernt er ſich für uns wieder von der Sonne gegen Oſten, wird des Abends nach Sonnen-Untergang am weſtlichen Himmel ſichtbar, und fängt an, uns weſtwärts einen Theil ſeiner hellen Seite unter der Geſtalt einer ſchmalen Sichel zu zeigen. Am 4ten Tage nach dem neuen Lichte iſt er 45° oſtwärts von der Sonne, und ſeine Lichtgeſtalt wird immer breiter. Am 8ten Tage ſteht er in b 90° = S T b von der Sonne, und kehrt uns genau die Hälfte ſeiner hellen Seite zu, erſcheint daher an der rechten, oder der der Sonne zugewendeten Seite, halb erleuchtet, und dieſe Stellung nennen wir das erſte Viertel. Nachher nimmt das Licht des Mondes noch immer mehr zu, unſere Figur 1 zeigt dieß für 135° Entfernung von der Sonne. Kommt endlich der Mond am 15ten Tage 180° von der Sonne oder derſelben in Anſehung der Erde gerade gegenüber in c, ſo ſcheint er die ganze Nacht, wendet der Nachtſeite der Erde ſeine erleuchtete Halbkugel völlig zu, und wir haben Voll-Mond. Von da nimmt er an Lichtgeſtalt wieder ab, je mehr ſeine Entfernung von der Sonne am Firmament, von Weſten gegen Oſten gerechnet, zunimmt. Die Figur zeigt dieß deutlich für 225° Abſtand. Sieben Tage nach dem Vollmond ſteht der Mond in d 270° oſtwärts oder noch 90° weſtwärts = S T d von der Sonne, iſt abermal, und zwar nunmehr an der linken oder Oſtſeite, halb erleuchtet und im letzten Viertel. Nachher zeigt er ſich des Morgens am öſtlichen Himmel immer ſichelähnlicher erleuchtet, je mehr er ſich der Sonne nähert, welches die Figur für 315° zeigt, bis er 29 Tage nach dem letztern neuen Lichte abermal bei der Sonne erſcheint*. Der Zeitverfluß, vom Tage des Neumondes an gerechnet, heißt das Alter des Mondes.

Die Dauer der Wiederkehr des Mondes zur Sonne oder einer gleichen Lichtgeſtalt iſt 29½ Tage; zu dem nämlichen Fixſtern aber 27⅓ Tage. Jene heißt der ſynodiſche, und dieſe der periodiſche Umlauf des Mondes. Die Urſache dieſes Unterſchiedes zeigt gleichfalls die 1. Figur unſerer Tafel XXIV. Die Erde ſtehe in T, der Neumond in

* Wenn man eine kleine künſtliche Erdkugel um ein in der Mitte eines Kreiſes mit ihr in gleicher Höhe aufgeſtecktes Licht herumführt, und deren Axe unter dem gehörigen Winkel und in einer beſtändig paralleten Lage nach einer gewiſſen Gegend erhält, ſo läßt ſich die Gleichheit, Ab- und Zunahme der Tage in den nörd- und ſüdlichen Ländern, auch die halbjährige Nacht unter den Polen ſehr natürlich vorſtellen. Es gibt auch eine leicht auszudenkende Vorrichtung, die Lage der Erdaxe vermittelſt zweier Rollen von gleichem Durchmeſſer, über welche ein Faden geſpannt iſt, beſtändig parallel zu erhalten.

* In dieſer Figur hat das Verhältniß der Entfernung der Erde vom Monde und von der Sonne nicht vorgeſtellt werden können, man muß ſich die Weite T S etwa 400 mal größer als T a gedenken.

a, so sehen wir Sonne und Mond beisammen in einem Punct des Thierkreises, dieß sey der 6° ♉. Nach 27 1/3 Tagen hat der Mond um unsere Erde seine Laufbahn oder 360°, und damit seinen periodischen Umlauf am Himmel vollendet, und erscheint abermal im 6° ♉; die Erde ist aber mittlerweile sammt der Mondbahn in ihrer eigenen Bahn, vom Monde begleitet, bis in V gerückt. Hier sehen wir den Mond in α auf der mit T S parallel gezogenen Linie V α abermal im 6° ♉. Die Sonne erscheint aber, aus V betrachtet, nach V h S. Der Mond muß demnach noch den Bogen α h durchlaufen, bis er wieder mit der Sonne an einem Ort des Himmels gesehen werden kann, und dieser trägt etwa 27° aus, welchen der Mond beiläufig in 2 Tagen zurücklegt, und damit seinen synodischen Umlauf vollendet. Der Winkel an der Sonne T S V, oder der Bogen T V, den die Erde während einem periodischen Umlauf des Mondes zurückgelegt hat, ist dem Winkel S V α, dessen Maaß der Bogen der Mondbahn α h ist, gleich, folglich liegt V α mit T S parallel, und es ist T V = α h, demnach hätte der Mond in α noch so viele Grade bis h von seiner Bahn zu beschreiben, als die Erde von T bis V, wenn die Erde in V bliebe. Da aber inzwischen die Erde nach w rückt, und die Mondbahn mitnimmt, so wird auch T w dem Bogen der Mondbahn zwischen dem Endpuncte seines periodischen und synodischen Umlaufs ähnlich seyn.

7) Die Erscheinungen an den Planeten lassen sich nach dem Copernicanischen System, zufolge der 8ten Fig. der Tafel XXIII., sehr leicht erklären. Warum sich Mercur nie über 28 und Venus nie über 48° von der Sonne entferne, weil nämlich ihre Bahnen von der Erdbahn eingeschlossen sind. Daher auch diese der Sonne näher stehende Planeten untere; hingegen die außerhalb der Erdbahn sich aufhaltenden, Mars, Juno, Ceres, Pallas, Vesta, u. s. w. Jupiter, Saturn, Uran u. s. w. obere genannt werden. Daß Mercur und Venus in Ansehung der Erde zuweilen jenseits, ein andermal diesseits der Sonne stehen, und in jenem Stande ihre größte, in diesem ihre geringste Entfernung von der Erde haben, daher jene ihre obere und diese ihre untere Zusammenkunft mit der Sonne heißt, wodurch ihre zu- und abnehmende scheinbare Größe begreiflich wird. Daß Mars, Vesta, Juno, Ceres, Pallas u. s. w., Jupiter, Saturn und Uran u. s. w. einmal mit der Sonne an einem Ort des Himmels, wie z. B. Mars in n, ein andermal 180° von derselben entfernt oder in m erscheinen können, und im ersten Fall ihren größten Abstand von der Erde hinterhalb der Sonne haben, im zweiten aber, der Sonne gegenüber, uns viel näher kommen, woraus sich gleichfalls ihre veränderliche scheinbare Größe erklären läßt.

8) Der den Alten unerklärbare, ungleiche Gang der Planeten, daß nämlich dieselben bald geschwinder, bald langsamer nach Osten vorwärts rücken, dann zuweilen stille stehen, einen größern oder kleinern Bogen nach Westen zurückweichen, abermals stille stehen und dann ihren Lauf nach Osten wieder fortsetzen, ist nach der Erklärung des wahren Sonnensystems leicht einzusehen. Wir beobachten die Bewegungen der Planeten nicht von dem Mittelpuncte ihrer Laufbahnen, nämlich der Sonne, sondern von der Erde aus, die als ein Planet mit den übrigen gemeinschaftlich, aber geschwinder oder langsamer, nachdem jene entweder von der Sonne entfernter oder derselben näher sind, um die Sonne läuft. Daher können die Gesichtslinien von der Erde nach den Planeten bis an die scheinbare Himmelskugel oder die Fixsterne hinaus verlängert, nicht anders, als bald mehr, bald weniger nach Osten gehen, sie müssen aber auch zuweilen so wenig rechts als links, und dann sogar nach Westen oder rückwärts hin fallen, so wie nämlich die Erde und ein gewisser Planet entweder nach einer Gegend zugleich, oder nach der entgegengesetzten, oder beide gerade gegeneinander anrücken ꝛc.

Dieß macht die 2te Figur der Tafel XXIV. für die untern Planeten deutlich. Es sey in S die Sonne. Die zunächst um dieselbe verzeichnete Bahn dem Mercur zugehörig, in welcher dieser Planet in 88 Tagen herumkömmt. Sie ist deßwegen in 11 Theile, jeder zu 8 Tagen, eingetheilt. A C ist ein Bogen

der Erdbahn, welcher gleichfalls in 88 Tagen zurückgelegt wird, auf eben die Art abgetheilt. H L ein Bogen der ſcheinbaren Himmelskugel oder des Thierkreiſes. Steht nun die Erde in A und ☿ in m, ſo iſt er hinter der Sonne und in ſeiner obern ☌ mit derſelben, auch von der Erde am weiteſten entfernt und erſcheint mit der Sonne an einem Ort des Himmels nach A S m o hinaus. Die Erde rückt von A nach 1, 2, 3, 4, und ☿ inzwiſchen durch eben ſo bezeichnete Puncte ſeiner Bahn; kömmt immer weiter hinterhalb der Sonne nach Oſten herum, kann alſo des Abends am weſtlichen Himmel ſichtbar werden, und die Geſichtslinien von der Erde zum ☿ zeigen am Firmament ein ſchnelles Fortrücken deſſelben gegen Oſten an. In 5 wird dieſe Bewegung ſchon langſamer, da ☿ anfängt, ſich gegen die Erde zu bewegen. Zwiſchen 5 und 6 ſcheint er eine Weile ſtille zu ſtehen, indem er ohngefähr ſeinen größten Abſtand von der Sonne links für uns erreicht und gerade gegen die Erde rückt, wobei folglich die Geſichtslinie ſo wenig oſt- als weſtwärts fallen kann. In 6 aber fällt ſie ſchon rückwärts, in 7 noch mehr, ſo daß alſo ☿, indem er in den gegen die Erde liegenden Theil ſeiner Bahn kömmt, rückwärts nach Weſten zu gehen und ſich der Sonne wieder zu nähern ſcheint. Zwiſchen 7 und 8 ſteht, wenn die Erde in B kömmt, ☿ in n gerade zwiſchen uns und der Sonne in ſeiner untern ☌ und iſt der Erde am nächſten. Sein Zurückgehen nach Weſten wird alsdann am ſtärkſten bemerkt. In 8 und 9 ſcheint ſich ☿ noch weiter gegen Weſten zu bewegen und ſich von der Sonne zu entfernen, wobei er des Morgens am öſtlichen Himmel ſichtbar werden kann. Etwas über 9 hat er ſeinen größten weſtlichen Abſtand von der Sonne für uns erreicht, und hört auf zurückzugehen, indem er ſich wieder in gerader Richtung von der Erde entfernt. In 10 und 11 erſcheint der Lauf des ☿ wieder vorwärts nach Oſten.

Für die obern Planeten zeigt eben dieß die 3te Figur, der Tafel XXIV., in welcher der zunächſt um die Sonne beſchriebene Kreis die Erdbahn iſt. a b ſey ein Theil der Jupitersbahn und n m des Fixſternenhimmels oder Thierkreiſes. Die Erdbahn iſt in 12 Theile eingetheilt, deren jeden die Erde in einem Monat durchläuft. Inzwiſchen nun, da ſie ihren ganzen Umlauf vollendet, rückt Jupiter etwa von o bis 12 in ſeiner Bahn fort. Steht nun die Erde in o und ♃ gleichfalls in o, ſo ſehen wir dieſen Planeten in ☌ mit der Sonne, und er iſt hinterhalb derſelben am weiteſten von uns entfernt. Rückt die Erde von o nach 1, 2, 3 und 4 durch eben ſo bezeichnete Puncte in ſeiner Bahn, ſo fallen die Geſichtslinien am Firmament hinaus nach Oſten, und ♃ ſcheint (wie er wirklich läuft, nur geſchwinder) dahin und alſo vorwärts zu gehen. Kommt die Erde gegen 5, ſo wird die Bewegung des ♃ nach Oſten langſamer, und er hört auf ſich dahin zu bewegen, weil die Erde alsdann in gerader Richtung gegen die Jupitersbahn rückt. In 6 fällt ſchon die Geſichtslinie gegen Weſten, und ♃ ſcheint dorthin, und alſo rückwärts zu gehen. Zwiſchen 6 und 7 kommt die Erde in d, wo der Planet folglich in ☍ oder 180° von der Sonne entfernt iſt, und hier iſt die Erde zwiſchen dem Jupiter und der Sonne, erſterm am nächſten gekommen; die Geſichtslinien nach ihm hinaus fallen am ſtärkſten weſtwärts, allein zwiſchen 8 und 9 hört dieſe Bewegung auf, da die Erde ſich wieder gerade vom ♃ ab in ihrer Bahn bewegt. In 9 fällt die Geſichtslinie wieder vorwärts nach Oſten, und die Fortrückung des ♃ dahin wird in 10, 11 und 12 immer merklicher. Steht die Erde in o dieſſeits und ♃ jenſeits der Sonne, ſo kann dieſer Planet von uns nicht geſehen werden. Kommt die Erde in 1, 2, ſo wird ♃ des Morgens am öſtlichen Himmel ſichtbar. In 3, ſo ſteht er des Morgens um 6 Uhr im Meridian. Zwiſchen 6 und 7 zeigt er ſich die ganze Nacht, und kömmt um Mitternacht in Süden. Iſt die Erde zwiſchen 9 und 10, ſo erreicht ♃ bereits des Abends um 6 Uhr den Meridian. In 11 und 12, ſo zeigt er ſich des Abends am weſtlichen Himmel, und kömmt die Erde etwa bis 1, ſo iſt der Planet abermal hinter der Sonne.

9) Die abwechſelnden Lichtsgeſtalten, welche die Planeten, durch Fernröhre betrachtet, zeigen, ſind endlich nach der 2ten und 3ten Figur

der Tafel XXIV. leicht zu erklären. Wenn nach der erſtern die Erde in A und ☿ in m in der obern ☌ mit der Sonne iſt, ſo wendet er ſeine erleuchtete Halbkugel völlig gegen uns. Rückt er hinterhalb der Sonne nach Oſten herum, ſo kömmt an der Oſtſeite ein Theil ſeiner dunkeln Halbkugel zum Vorſchein. In 3 iſt dieſes ſchon merklich. In der Gegend um 5, wo ☿ ſeinen größten Abſtand von der Sonne nach Oſten erreicht, erſcheint er auf der Erde weſtlich nur halb erleuchtet. In 6 iſt ſeine Lichtfigur ſichelförmig und in n kehrt er zur Zeit ſeiner untern ☌ mit der Sonne ſeine dunkle Halbkugel völlig gegen uns. Nachher erhält er für uns wieder Licht. Gegen 9 iſt er des Morgens noch ſichelähnlich, und weiter hin, da, wo er ſeinen größten weſtlichen Abſtand von der Sonne erhält, abermal, aber nun öſtlich, halb erleuchtet. In 11 nimmt ſeine Lichtsgeſtalt noch mehr zu, bis er wieder in ☌ hinter der Sonne uns ſeine erleuchtete Seite völlig zeigt. Eben dieß gilt vornemlich bei der Venus, deren Lichtabwechſelungen ſich ſchon durch mittelmäßige Fernröhre bemerken laſſen. Die obern Planeten zeigen uns in ☌ und ☍ mit der Sonne ihre erleuchteten Halbkugeln völlig, aber nicht, wenn ſie uns 90° von derſelben zu ſtehen ſcheinen. Beim Mars ſehen wir in dieſen Stellungen ſeine Scheibe nicht völlig rund. Nach Fig. 3. ſey die Erde in 2, ſo zeigt ſich ♂ in N, in ☌ und in O in ☍ im vollen Lichte. In A aber, wenn er des Abends um 6 Uhr culminirt, kömmt an der Oſt- und in M, wenn eben dieß des Morgens um 6 Uhr geſchieht, an der Weſtſeite ein Theil ſeiner dunkeln Halbkugel bei uns zu Geſicht. Bei den entferntern Planeten hingegen iſt dieſe Lichtabwechſelung unmerklich. Dieſe Erſcheinungen beweiſen nun unwiderſprechlich, daß die Planeten für ſich dunkle Kugeln ſind, die ihr Licht eben ſo wie die Erde von der Sonne erhalten.

Auf die Erklärung dieſer neun (vornehmſten) aſtronomiſchen Erſcheinungen nach dem Copernicaniſchen Syſteme beſchränke ich mich hier, wobei ich zur Verſinnlichung natürlich nur die gewöhnlichen platten Figuren habe beibringen können. Denjenigen Leſern, welche dieſe Verſinnlichung verſtärken wollen, empfehle ich die Anwendung ſolcher nach unſerm Syſteme eingerichteten Planetenmaſchinen (Machinae planetariae, Planétaires), die man gewöhnlich mit dem Engliſchen Namen „*Or'rery*“ * belegt, und unter demſelben jetzt in allen Buch- und Kunſtſtandlungen, namentlich bei Schropp in Berlin, im Weimar'ſchen Induſtrie-Comptoir u. ſ. w. findet. Der häufige, geſchickte, mit dem, wie ich beſonders zur Pflicht mache, behörigen Nachdenken verbundene Gebrauch ſolcher „Or'rery's“ wird Ihnen die innigſte Ueberzeugung von der Richtigkeit der vorgetragenen Copernicaniſchen Erklärungen immer mehr gleichſam aufzwingen, und Sie von der völligen Unhaltbarkeit ſelbſt der vermeint ſtärkſten (welche ich beſonders hervorhebe)

Einwürfe gegen die Copernikaniſche Weltordnung,

wie ich ſie doch noch mit einigen Worten beleuchten muß, überzeugen helfen.

Die Beweiſe des Ariſtoteles, daß die Erde im Mittelpuncte ſtehe, welche Copernicus (De revol. I. c. 7—9.) widerlegt, gründen ſich meiſtens auf willkührlich angenommene Sätze, z. B. daß alles Schwere nach dem Mittelpuncte des Ganzen falle, alles Leichte nach dem Umfange ſtrebe, daß alle himmliſche Körper kreisförmige, alle irdiſche geradlinige Bewegungen zeigen, daher die Erde keiner Kreisbewegung fähig ſey. In des Copernicus Beantwortung finden ſich ſogar ſchon Spuren des Begriffs von der allgemeinen Schwere.

* Das Wort könnte Anſtand geben; ich finde indeß in meinen Notizen, daß daſſelbe nach dem Namen eines Engliſchen Liebhabers der Aſtronomie aus dem vorigen Jahrhunderte gebildet ſey, welcher zuerſt eine ſolche Maſchine erdacht haben ſoll. Eine andere Verſion bezeichnet noch beſtimmter den Engliſchen Grafen Orrery, zwar nicht als Erfinder, aber als denjenigen, dem das Modell vom eigentlichen Erfinder zugeeignet worden. Endlich ſieht daſſelbe aber auch einer Abkürzung von „Orbitery“ ähnlich.

Ptolemäus führt im Almageſt den Umſtand, daß wir ſtets eine völlige Hälfte des Himmels über dem Horizonte ſehen, und daß von entgegengeſetzten Stellen der Sphäre die eine in eben dem Augenblicke aufgeht, in welchem die andere untergeht, als einen Beweis an, daß die Erde in der Mitte des Ganzen ſtehe. Man hatte ſchon dem Ariſtarch von Samos dieſen Einwurf gemacht, welcher ſehr richtig antwortete, die Erdbahn verhalte ſich zum Abſtande der Fixſterne, wie der Mittelpunct einer Kugel zu ihrem Halbmeſſer (ſ. *Archimedis* Arenarius, in *Jo. Wallisii* Opp. Tom. III. p. 514.), d. h. die ganze Erdbahn ſey gegen dieſen Abſtand unendlich klein, oder als ein Punct anzuſehen. Eben dieſes führt Copernicus in einem eignen Capitel (cap. 6.) aus. Der Einwurf iſt freilich nicht unwichtig, und läuft eigentlich auf den gänzlichen Mangel aller Parallaxe der Fixſterne hinaus: denn, was die Planeten betrifft, ſo iſt allerdings der ſcheinbare Horizont über den wahren um die Horizontalparallaxe erhoben, und theilt den Himmel in der That in ungleiche Hälften, ſ. Parallaxe. Man hat dieſe Einwendung unter mehrern Geſtalten vorgebracht; die Antwort iſt aber immer dieſelbe, daß der Abſtand der Fixſterne unermeßlich und die ganze Erdkugel dagegen nur als ein Punct zu betrachten ſey. Dieſe unermeßliche Weite der Fixſterne iſt ein weſentlicher Theil der Copernicaniſchen Weltordnung und aller Erklärungen in derſelben. Ohne ſie würde die parallel bleibende Weltaxe nicht immer einerlei Stelle am Himmel treffen, ſondern jährlich einen kleinen Kreis beſchreiben, welches man an den Stellungen der Sterne gegen den Pol bemerken müßte. Horrebow, Profeſſor der Aſtronomie zu Kopenhagen, um 1700, glaubte zwar, ſo etwas wirklich zu finden, und dadurch den Copernicus auf eine andere Art zu vertheidigen: dieß hielt nun zwar die Prüfung nicht aus, gab aber doch Anlaß zu einer andern weit ſiegreichern Beſtätigung dieſes Syſtems (ſ. Parallaxe der Erdbahn, und Abirrung des Lichtes).

Tycho fragt nun zwar, wozu die Verſchwendung ſo ungeheurer Räume dienen ſolle? Allein erſtens füllen die Kometenbahnen einen Theil davon aus, ſ. Kometen, und dann muß man nur nicht das zum Maßſtabe nehmen, was wir auf Erden groß nennen. Was iſt denn der Menſch, der mit ſeinem Fünkchen Vernunft auf einem Puncte des Ganzen kriecht, und ſeine Maße aus Anſchauung eines Fußes zuſammenſetzt? Wie darf ein ſolcher Staub dem Schöpfer vorſchreiben, was zu groß ſey, weil es für ihn unermeßlich iſt? Wie mag er ſich unterwinden, dem Unendlichen und Unbeſchränkten irgend eine Grenze für ſeine Schöpfung zu ziehen? Vielleicht mußten wegen der allgemeinen Schwere die Entfernungen ſo groß ſeyn, wenn die Planeten nicht merklich nach den Fixſternen gravitiren, und die Syſteme einander nicht ſtören ſollten, über welche unvermeidliche „Raumaufopferung“, Behufs der Erhaltung des Ganzen, ich mich ſchon im Anhangsartikel Architektonik des Himmels, S. 1025 des 1. Bandes unſeres Werkes ſo ausführlich geäußert habe.

Ein anderer Einwurf gegen die Umdrehung der Erde iſt daher genommen, daß man unter frei ſchwebenden, fallenden oder geworfenen Körpern in der Luft kein Fortrücken des Fußbodens von Abend gegen Morgen bemerkt. Eine auf der Abendſeite eines Thurms (S. Fall, zu Schluſſe) herabgelaſſene Kugel fällt dicht an des Thurmes Fuße nieder, obgleich dieſer während des Falles durch die Erdumdrehung weit gegen Morgen gerückt ſeyn müßte. Das läßt ſich auf mancherlei Art einkleiden, z. B. den Vögeln in der Luft würde die tägliche Umdrehung ihre Neſter entführen; Kugeln, von Abend gegen Morgen abgeſchoſſen, würden über einerlei Stelle des Fußbodens bleiben, wenn ſich dieſer eben ſo ſchnell, als ſie, gegen Morgen bewegte u. ſ. w. Ptolemäus und Tycho wendeten dieſes ein, und von den 77 Argumenten, mit welchem Riccioli die Bewegung der Erde beſtreitet, läßt ſich ein großer Theil auf dieſen einzigen Gedanken zurückführen, den übrigens Buchanan, Schottiſcher Dichter und Hiſtoriker, † 1582. (De sphaera, Lib. I.) mit ſehr viel dichteriſcher Schönheit ausgeſchmückt hat.

Aber ſchon Ptolemäus ſelbſt, Copernicus (L. I. c. 8.) und Kepler antworten hierauf, wenn ſich die Erde drehe, ſo

drehe ſie ſich mit allem, was ihr zugehöre, und die in der Luft ſchwebenden Körper ſetzen während des Falles oder Fortgangs dieſe ihnen einmal eingedrückte Bewegung zugleich mit fort, welches nicht verſtattet, den Boden in Abſicht ihrer als fortgeführt zu betrachten. Wenn man auf einem Schiffe, das mit vollen Segeln geht, Kegel oder Billard ſpielt, ſo bleibt der Stoß nach jeder Richtung in gleicher Wirkung; ein Stein, von der Spitze des Maſtbaums herabgelaſſen, fällt dicht am Fuße nieder; denn die Bewegung des Schiffs iſt allen darauf befindlichen Körpern ſo mitgetheilt, daß unter ihnen Alles ſo erfolget, als ob ſie in Ruhe wären, weil ſie gegen einander in Ruhe ſind. Nur der Anſtoß an fremde Gegenſtände kann die Bewegung des Schiffs bemerklich machen. Eben ſo iſt es mit den Körpern auf der Erde, denen die Umdrehungsbewegung vom Anbeginn mitgetheilt iſt. Wir kennen keine Kraft, welche dieſe eingedrückte Bewegung vernichten könnte, und jeder Anſtoß an fremde Dinge fällt bei der Erde, die ſich mit dem Luftkreiſe zugleich dreht, gänzlich hinweg. Nur das Fortrücken der Geſtirne allein kann uns von dieſer Umdrehung belehren, ſo wie man die Bewegung eines ohne Schüttern und Schwanken fortgehenden Schiffs blos durch das Entgegenkommen der Ufer und Küſten bemerkt.

Da Einige behauptet hatten, die Körper bewegten ſich auf ſchnell ſegelnden Schiffen anders, als ſonſt, welches auch Tycho in den Briefen an Rothmann, Aſtronom des Landgrafen Wilhelm IV. von Heſſen, um 1580, verſichert, ſo fand Gaſſendi (ſ. vorn) nöthig, im Hafen von Marſeille Verſuche hierüber anzuſtellen, die völlig für den Copernicus ausfielen, und in ſeiner oben angeführten Schrift „De motu impresso a motore translato“ beſchrieben ſind.

Tycho's übrige Einwendungen ſind zum Theil ſehr ſchwach. Daß man ſich nicht vorſtellen könne, aller zwölf Stunden den Kopf unterwärts zu kehren, daß die Erde eine grobe, plumpe, zu einer dreifachen Bewegung ungeſchickte Maſſe ſey, daß die Schwungkraft alles zerſtreuen würde — ſind Gedanken, die ſich durch richtige Begriffe von dem, was oben und unten zu nennen iſt (ſ. Gegenfüßler), durch die erwieſene Bewegung anderer noch größerer Maſſen, durch das Hinwegfallen der dritten Bewegung, und durch die geringe Größe der Schwungkraft, welche ſelbſt unter dem Aequator nur $^1/_{289}$ der Schwere beträgt, gar bald widerlegen.

Endlich glaubte Tycho in dem ſcheinbaren Laufe der Kometen keine Spur einer Veränderung des Standorts durch die Bewegung der Erde zu finden. Es ward aber die wahre Beſchaffenheit des Kometenlaufs faſt hundert Jahre ſpäter erſt entdeckt, und ſeitdem iſt es zuverläßig ausgemacht, daß der ſcheinbare Ort der Kometen allerdings durch den Stand der Erde in ihrer Bahn verändert werde.

Riccioli (Almag. nov. To. II.) hält unter 77 Gründen wider die Bewegung der Erde folgenden für den ſtärkſten. Die Räume fallender Körper würden ſich bei ruhender Erde von jeder Secunde zur andern, wie 1, 3, 5, 7 ꝛc. verhalten. Drehte ſich aber die Erde in jeder Secunde gleich weit, ſo würden ſie ſich in Diagonalen von Parallelogrammen verwandeln, deren horizontale Seiten gleich, die vertikalen im Verhältniſſe der vorigen Zahlen wären. Es läßt ſich zeigen, daß dieſe Diagonalen in ganz andern Verhältniſſen ſtehen, und wenn die Umdrehung ſchnell wäre, faſt gleich ſeyn müßten. Daher müßte des fallenden Körpers abſolute Bewegung faſt gleichförmig ſeyn, und er müßte eine horizontale Fläche mit gleicher Kraft ſtoßen, ohne Unterſchied, ob er von einer großen oder geringen Höhe herabgefallen wäre. Riccioli nennt dieß eine mathematiſch evidente Widerlegung. Allein er hat vergeſſen, daß die Kraft des Stoßes zugleich vom Winkel abhängt, und deßwegen die Diagonalen wieder in die beiden Seiten zerlegt werden müſſen, von welchen nur die verticalen allein die Wirkung des Stoßes ausdrücken. Dieſe verticalen Seiten aber ſind die Fallräume, welche wie 1, 3, 5, 7 wachſen. Die horizontalen Seiten fallen ganz hinweg, weil der Fortgang durch die Erdumdrehung dem fallenden Körper mit dem Boden gemeinſchaftlich iſt. Mithin iſt dieſes ganze Argument blos eine neue Einkleidung der auf die Fortſchiebung des Bodens gegründeten Zweifel.

Die Zeugniſſe der heiligen Schrift, welche Tycho und Riccioli ſo ernſthaft

entgegenstellen, stehen Josua 10, 13; Psalm 92, 1; Psalm 103, 5; Pred. Salomo 1, 5; Jesaia 34, 8; Richter 5, 20; drittes Buch Esra 4, 38. Man erkennt leicht darin theils die Sprache des gemeinen Lebens, theils den dichterischen Ausdruck der Sänger und Propheten. Es ist ein seltsamer Eifer, auf ihrem buchstäblichen Verstande zu bestehen. Nach solchen Regeln der Auslegung müßte man auch Pfeiler des Himmels und eine zeltähnliche Ausspannung desselben annehmen. Selbst Newton würde, wie Josua, sagen: Sonne (nicht Erde) stehe still*, welcher ganze Ausdruck überhaupt nur den lebhaften Wunsch bezeichnen soll, die Dauer der Schlacht zu verlängern. Inzwischen war dieß gerade der Standpunct, aus welchem auch Unwissende gegen die Copernicaner fechten, und sicher seyn konnten, Eindruck auf die Menge zu machen. Jetzt ist wohl die Zeit dieser Verblendung größtentheils vorüber. Selbst zu Rom hat man die Schriften der Copernicaner in dem Verzeichnisse der verbotenen Bücher gestrichen, und Montücla sagt in der von uns mehrfach citirten „Histoire des mathématiques" irgendwo ausdrücklich: „um erwiesene geometrische und astronomische Wahrheiten, der buchstäblichen Schriftauslegung wegen, zu verdammen, müsse man den Wahlspruch Beati pauperi spiritu gewählt haben, und nicht bedenken, daß, wie sich Kepler ausdrückt, ein Hobel, den man in das Eisen treibt, dadurch selbst zum Holzschneiden untüchtig werde."

Auf diese Einwürfe gegen das Copernicanische „Weltsystem", als die, wie gesagt, hauptsächlichsten, schränke ich mich, unserem Vorsatze gemäß, also ein; und ich dürfte mir auch eigentlich schmeicheln, sie schon durch die gleich hinzugefügten Erwiderungen vollkommen entkräftet zu haben. Für solche Leser, welchen gleichwohl noch Zweifel bleiben, kann ich nur ein längeres eigenes Nachdenken und die empfohlne wiederholte Modell-Anwendung vorschlagen. Denn in einer Sache wie diese, gibt es, wie ich deßwegen gleich Eingangs so sorgfältig bevorwortet habe, ihrer Natur nach allerdings keine directe und mathematische Demonstration, welche alle Gedenkbarkeit eines andern Verhältnisses der Vorgangs-Verbindungen ausschlöße; und die Copernicanische Weltordnung erscheint (vergl. wieder vorn) unter diesem Gesichtspuncte in der That nur als eine Hypothese. Allein wir haben uns auch schon bei früheren astronomischen Veranlassungen darüber vereinigen müssen, einer Hypothese unter der Bedingung ihrer Erklärungszureichendheit für schlechterdings alle, und alle, auch die kleinsten, betreffenden Umstände, den Rang eines wissenschaftlichen Systems einzuräumen; und da diese Bedingung, wie nun hier so streng nachgewiesen ist, von den Copernicanischen Erklärungen, und zwar zugleich mit der edelsten Simplicität erfüllt wird, so gebührt ihnen, und zwar im höchsten Sinne des Wortes, der Systemsrang; — und nachdem ich denselben solchergestalt für sie nochmals festgestellt habe, lasse ich nunmehr endlich noch die verheißne, in der vorn bezeichneten Erweiterung, auch nur auf sie begründete

* Vergl. Bd. I. unseres Werkes, S. 436. wo nur durch einen übersehenen Druckfehler „336" steht.

Tabellarische Uebersicht der Größen und Bewegungen der Hauptplaneten †

folgen.

Anmerk. Die Elemente der älteren Planeten gelten für 1800, Jan. 1. 0^h m. Par. Z., der vier Planetoiden für 1831, Juli 23. 0^h m. Berl. Z. Die fünf neuerlichst entdeckten resp. Planeten und Planetoiden: Neptun, Asträ a, Hebe, Iris und Flora haben hier noch nicht Aufnahme finden können; und ich verweise ihretwegen auf die Art. Planeten, Planetoiden und Vesta.

† Ich gebe sie nach Hansen, dem jetzigen Director der Sternwarte Seeberg bei Gotha, aus Schumacher's „Jahrbuch für 1837"; und ich unterstütze sie zeichnend durch die Abbildung Tafel XXV., welche sich noch, darüber hinaus, auch auf die Kometen und manches andere Detail erstreckt, und vielen Lesern zur Betrachtung und Vergleichung sehr willkommen seyn wird.

Mittlere Entfernungen von der Sonne.

Merkur	0,3870938.
Venus	0,7233317.
Erde	1,0000000.
Mars	1,523691.
Veſta	2,36148.
Juno	2,66946.
Ceres	2,77091.
Pallas	2,77263.
Jupiter	5,202767.
Saturn	9,538850.
Uranus	19,18239.

Sideriſche und ſynodiſche Umlaufszeiten.

Merkur	87,^{d} 96928	115,^{d} 88.
Venus	224, 70078	583, 92.
Erde	365, 25637	— —
Mars	686, 97964	779, 98.
Veſta	1325, 485	504, 21.
Juno	1593, 067	473, 92.
Ceres	1684, 735	466, 38.
Pallas	1686, 305	466, 26.
Jupiter	4332, 58480	398, 90.
Saturn	10759, 21981	378, 10.
Uranus	30686, 82055	369, 67.

Mittlere Längen und mittlere tägliche Bewegungen.

Merkur	112° 16′ 4,″8	4° 5′ 32,″6.
Venus	146 44 55, 8	1 36 7, 8.
Erde	100 53 29′ 9	59 8, 3.
Mars	233 5 33, 9	31 26, 7.
Veſta	84 47 3, 2	16 17, 9.
Juno	74 39 43, 6	13 33, 7.
Ceres	307 3 25, 6	12 49, 4.
Pallas	290 38 11, 8	12 48, 7.
Jupiter	81 54 48, 6	4 59′ 3.
Saturn	123 6 29, 3	2 0, 6.
Uranus	173 30 37, 2	42, 4.

Excentricitäten und Länge der Perihelien.

Merkur	0,2056163	74° 20′ 5,″8.
Venus	0,00686182	123 43 6.
Erde	0,01679226	99 30 28, 6.
Mars	0,0932168	332 22 51, 2.
Veſta	0,088580	249 11 37, 0.
Juno	0,255560	54 17 12, 7.
Ceres	0,0767378	147 41 23, 5.
Pallas	0,241998	121 5 0, 5.
Jupiter	0,0481621	11 7 38.
Saturn	0,0561505	89 8 20.
Uranus	0,0466108	167 30 24.

Größte Mittelpunctsgleichungen.

Merkur	23°	40′	43,″0.
Venus		47	10, 8.
Erde	1	55	27, 6.
Mars	10	41	33, 3.
Veſta	10	9	26, 7.
Juno	29	30	42, 4.
Ceres	8	47	58, 2.
Pallas	27	55	22, 2.
Jupiter	5	31	13, 6.
Saturn	6	26	12, 1.
Uranus	5	20	32′ 8.

Neigungen und Knotenlängen auf der Ekliptik.

Merkur	7°	0′	5,″9	45°	57′	9″.
Venus	3	23	28, 5	74	51	41.
Erde	0	0	0	0	0	0
Mars	1	51	6, 2	47	59	38.
Veſta	7	7	57, 3	103	20	28, 0.
Juno	13	2	10, 0	170	52	34, 5.
Ceres	10	36	55, 7	80	53	49, 7.
Pallas	34	35	49, 1	172	38	29, 8.
Jupiter	1	18	51, 6	98	25	45.
Saturn	2	29	35, 9	111	56	7.
Uranus	0	46	28, 0	72	59	21.

Neigungen und Knotenlängen auf dem Aequator.

Merkur	28°	45′	8″	10°	29′	40″.
Venus	24	33	21	7	53	56.
Erde	23	27	54,8	0	0	0.
Mars	24	44	24	3	17	20.
Veſta	22	50	16	18	8	12.
Juno	10	47	0	11	1	17.
Ceres	27	7	40	23	30	40.
Pallas	11	40	17	158	55	54.
Jupiter	23	18	28	3	17	12.
Saturn	22	38	44	6	0	59.
Uranus	23	41	24	1	51	12.

	Scheinbarer Durchm.	Wahrer Durchm.	Körperlicher Inhalt.	Maſſe.
Merkur	6,″7	0,391	0,060	$^1/_{2025810}$.
Venus	16, 9	0,985	0,957	$^1/_{401847}$.
Erde		1,000	1,000	$^1/_{354936}$.
Mars	5, 8	0,519	0,140	$^1/_{2680337}$.
Jupiter	38, 4	11,225	1414,2	$^1/_{1053924}$.
Saturn	17, 1	9,022	734,8	$^1/_{35002}$.
Uranus	3, 9	4,344	82,0	$^1/_{17918}$.
Sonne	32′ 1, 8	112,06	1407124,0	1.
Mond	31′ 7, 0	0,264	0,018	$^1/_{354936} \times 87{,}73$.

	Dichtigkeit.	Schwerkraft.	Licht u. Wärme.	Umdrehungszeit.
Merkur	2,94	1,15	6,67	1 Tag 0h 5′
Venus	0,923	0,91	1,91	0 — 23 21
Erde	1,000	1,00	1,00	0 — 23 56 4″
Mars	0,948	0,50	0,43	1 — 0 37 20
Jupiter	0,238	2,45	0,037	0 — 9 55 27
Saturn	0,138	1,09	0,011	0 — 10 29 17
Uranus	0,242	1,05	0,003	— — — — —
Sonne	0,252	28,36	—	25 — 12
Mond	0,619	0,163	1,00	27 — 7 43 12

Nach dieſer ſorgfältigen, durch die voranſtehende tabellariſche Zuſammenſtellung alſo vervollſtändigten Darſtellung der verſchiedenen „Weltſyſteme“, bleibt mir, indem auch der hiſtoriſche Geſichtspunct dabei bereits feſtgehalten worden iſt, nur noch die Beibringung literariſcher Notizen für Leſer übrig, die gleichwohl in ein größeres Detail einzugehen wünſchen. Solchen Leſern empfehle ich beſonders Lalande, welcher unſern Gegenſtand in ſeiner viel citirten „Astronomie“ (zweite Auflage), §. 1070 sqq. „*Du système de Copernic*“, mit großer Ausführlichkeit und gewohnter Klarheit behandelt. Montücla ferner, in der auch ſchon citirten, „Histoire des mathématiques“, namentlich im 1ſten Bande, kommt mehrfach darauf zurück. Unter dem analytiſchen Geſichtspuncte hebe ich die „Théorie analytique du *système du monde* par Pontécoulant (nur die beiden erſten Bände, da in den bloß numeriſchen Entwicklungen der folgenden Bände Ungenauigkeiten vorkommen, auf welche ich ſchon in meinen früheren Anführungen dieſes Werkes hätte aufmerkſam machen ſollen) hervor. — Copernicus Werk ſelbſt: „De orbium coelestium revolutionibus libri VI.“ Norimb. apud Petreium. 1553. Fol. iſt bereits im Laufe des Vortrages mit gebührendem Reſpekte angeführt. Für die tabellariſche Ueberſicht endlich aber findet ſich Ausführlicheres, als ich nach meinem Plane bieten konnte, beigebracht in des würdigen Hofpredigers Dr. Germar's „Sechs Tafeln zur Erleichterung der Himmelskunde“. Lpzg. Voß. 1846. gr. 4. (deren ich ſchon in Sternkarten, S. 536 ehrende Erwähnung gethan habe), mit begleitendem Texte in 8., wo beſonders auch die Erläuterungen S. 84, S. 171 und 183 flgd. befriedigen werden. — Und mit dieſer Verweiſung beſchließe ich denn endlich den langen und ſchwierigen Artikel „Weltſyſtem“.

Wendekreiſe, Wendecirkel; Tropici; *Tropiques* (τροπικος). Dieſen Namen führen an der Himmels- und an der Erdkugel zwei kleinere Kreiſe, welche mit dem Aequator parallel laufen, und von demſelben um das Maß der Schiefe der Ekliptik (vergl. d. A.), oder um etwann 23½° abſtehen. Auf Tafel XXIV., Fig. 4. (welche zugleich zu mehreren Zwecken benützt worden iſt, daher ſich die Leſer durch die andern darauf vorkommenden Buchſtaben nicht irren laſſen dürfen), ſtellen FG und JK die „Wendekreiſe“ an der Himmelskugel, fg und ik an der Erdkugel vor. Da ſie, angegebenermaßen, dem Aequator parallel ſind, ſo gehören ſie am Himmel zu den Tagkreiſen, auf der Erde zu den Parallelkreiſen (ſ. auch dieſe beiden A. A.); und alle ihre Puncte ſtehen von den Polen um 66½° (dem Complement der obigen 23½°) ab.

Am Himmel berührt die Ekliptik FK, deren äußerſte Puncte vom Aequator ebenfalls um das Maß der Schiefe entfernt ſind, den einen Wendekreis in F, den andern in K, alſo in zwei einander diametral gegenüber liegenden Puncten. Dieſe Puncte bilden die Puncte der Sonnenwenden (ebenfalls eigener Artikel), oder die Anfangspuncte der Zeichen des Krebſes und Steinbocks, von welchen der nördliche Wendekreis (FG) der Wendekreis des Krebſes (Tropicus cancri; *Tropique du Cancer*), der ſüdliche (JK) der Wendekreis des Steinbocks (Tropicus Capricorni; *Tropique du Capricorne*) heißt. An den Tagen der Sonnenwen-

den kömmt die Sonne in jene Puncte F und K; und da sich daselbst ihr Abstand vom Aequator (ihre Abweichung) nur sehr langsam ändert, so wird sie durch die tägliche Bewegung im Wendekreise selbst umher geführt; und diese Kreise sind daher die Tagkreise der Sonne an den Tagen der Sonnenwenden. Sie begreifen zwischen sich die Zone des Himmels FGKJ, innerhalb welcher die Sonne beständig anzutreffen ist.

Auf der Erdkugel schließen die beiden „Wendekreise" die heiße Zone zwischen sich ein und begrenzen (s. Erdstriche) die gemäßigten. Der Wendekreis des Krebses (fg) geht durch den obersten, breitesten Theil von Afrika, Egypten, das rothe Meer, das wüste Arabien, durch Indien, den südlichen Theil von China und Neuseeland, über das stille Meer, durchschneidet Amerika in Mexico, und läuft durch die Antillen und den Atlantischen Ocean bis wieder an Afrika: diese Orte sehen die Sonne am 21. Juni jeden Jahres durch ihren Scheitel gehen. Der Wendekreis des Steinbocks dagegen durchzieht Afrika im Lande der Hottentotten, geht über Madagascar im Indischen Meere weit unterhalb Asien hinweg, durch Neuholland in die Südsee, schneidet Amerika in Paraguay und an der südlichen Spitze von Brasilien, und läuft südlich von der Insel St. Helena wieder bis an Afrika; — und allen diesen Orten kömmt die Sonne daher am 21. December in den Scheitel.

Nimmt man auf die in der Schiefe der Ekliptik (vergl. nochmals d. A.) vorgehenden Veränderungen Rücksicht, so muß man natürlich auch die Stelle der Wendekreise und die Größe der heißen Zone als veränderlich betrachten; bei der Geringfügigkeit dieser Veränderung aber abstrahirt die Erdbeschreibung davon.

Nach dieser Entwicklung, wie die Sache gewöhnlich vorgetragen wird, kann man sich aber vom eigentlichen Sinne des Begriffes der „Wendekreise" in der Art eine vielleicht noch anschaulichere Vorstellung machen, daß man den Jahreslauf der Sonne im „schiefen Kreise" der Ekliptik (S. 295.) verfolgt. Nachdem die Sonne nämlich am Tage unseres Frühlings-Aequinoctiums (21. März, den wir zum Anfangspuncte wählen wollen) mit der verbundenen Tagesbewegung den Aequator beschrieben hat, erhebt sie sich nunmehr in einer Spirale, um die angegebenen 23½° gegen den Nordpol, kommt demselben aber hiernach, mit solchen Tagkreisen, nur bis auf die Grenze von (90—23½° =) 66½° nahe, und macht daselbst (21. Juni) also den einen Grenzkreis (nördlichen Grenz-Schraubengang) der Spirale, nämlich den „Wendekreis" des Krebses (läuft in dieser Art dort über die Erdoberfläche hinweg), um nun, auf gleiche Weise, dieselbe Spirale zum Aequator hinab rückwärts zurückzulegen, welchen sie am Herbstäquinoctium (23. September) wieder erreicht. Von hieraus steigt die Sonne in einer, der ersteren entgegengesetzten, aber sonst ganz gleichen Spirale von Tagkreisen, zum Südpole (wir würden wieder sagen „hinab"), welchem sie sich am 21. December auch bis auf 66½° (23½° Abstand vom Aequator, „Abweichung") nahet, und nun dort den andern Grenzkreis der Spirale (südlichen Grenz-Schraubengang): den „Wendekreis" des Steinbocks, beschreibt (in dieser südlichen Entfernung vom Aequator mit ihrer Tagesbewegung den Erdball umläuft). Und indem sie sich sodann gleichergestalt neuerdings zu jenem Kreise des Aequators zurückwendet, und im selbigen an dem von uns zum Anfangstage gewählten 21. März neuerdings eintrifft, hat sie somit ihren, zwischen den dadurch bezeichneten „Wendekreisen" eingegrenzten Jahreslauf vollendet, und beginnt einen neuen solchen Jahreslauf.

Diese Art von Darstellung der Entstehung der „Wendekreise" durch unmittelbaren Bezug auf den Sonnenlauf gibt mir aber zugleich die gewünschte Gelegenheit zur Aufklärung über einen betreffenden Zweifel, welcher bei dieser Veranlassung öfter aufgeworfen wird, und, soviel ich weiß, noch nirgend recht befriedigend beantwortet worden ist.

Indem sich die Sonne nämlich, nachgewiesenermaßen, am 21. December vom südlichen „Wendekreise," um dabei, als Beispiel stehen zu bleiben, zum Ae-

quator zurückwendet, wird auch ihre südliche Abweichung tag-täglich kleiner, und ihre Tagbögen müssen also für unsere Sphäre zunehmen: sie muß für uns von da an täglich früher auf- und später untergehen. Gleichwohl finden meine Leser in Ihrem Kalender (ich wähle gleich den letzten von 1847) den Aufgang für den 21. December auf 8^h 11′, und für den 23. December, 2 Tage nachher, und wo derselbe demnach bereits eher erfolgen sollte, auf 8^h 12′, also vielmehr 1′ später angesetzt und so auch noch eine Zeitlang fernerhin. Wie kann es damit zugehen?

Dieß kömmt daher, daß der Kalender nach mittlerer (gewöhnlicher Uhrzeit) rechnet, daher sich die Gleichung der Zeit (vergl. d. A.) einmischt. In wahrer (durch eine Sonnen-Uhr angegebener) Zeit geht die Sonne am 23. December wirklich, wenn auch wenig, doch immer etwas früher als am 21. auf; wenn nun aber die Zeitgleichung (der Unterschied zwischen mittlerer und wahrer Zeit) indeß um 1 Minute zugenommen hat, so erfolgt der Aufgang, nach solcher mittleren Zeit gerechnet, natürlich auch um diese, seinem früheren Momente hinzutretende 1 Minute später. Die Zeitgleichung (jener Unterschied zwischen mittlerer und wahrer Zeit) ist, gemäß den Tafeln, am 21. December $11^h\ 58' - 12^h = -2'$, am 23. December aber nur noch $11^h\ 59' - 12^h = -1'$, und hat also um 1′ zugenommen (nämlich wenn aus minus 2, minus 1 wird, so ist diese Abnahme des *minus* als eine Zunahme zu betrachten). Trat die wahre Sonne daher am 21. December schon um 11^h 58′ mittlerer Zeit in den Meridian, so erreicht sie denselben dagegen am 23. December erst um 11^h 59′, also 1′ solcher Zeit später; und eben so ist es mit dem Eintritte in den Horizont, d. h. mit dem hier betrachteten Aufgange: war derselbe am 21. December um 8^h 11′ mittlerer Zeit erfolgt, so muß die, diese Zeit einhaltende Uhr, beim Sonnen-Aufgange des 23. December schon 8^h 12′, also die in Rede stehende 1 Minute mehr zeigen; die Sonne geht, mit Bezug auf die vom Kalender gebrauchte Uhrzeit, am 23. December 1 Minute später, als am vorherigen 21. December auf, obwohl in der Wirklichkeit jener Aufgang des 23. December (nach wahrer, d. h. Sonnenuhr-Zeit), wie gesagt, allerdings etwas früher als der Aufgang des 21. December fällt. Aehnlich verhält es sich aber mit den übrigen betreffenden Anomalien im Kalender, welche die Leser nach dieser Erklärung nun selbst behandeln können, wobei Sie nur die jedesmaligen Zeichen der Zeitgleichung wohl beachten müssen.

Auf diese Lösung eines, hierbei aufstoßenden Zweifels, bin ich also letztlich noch durch die „Wendekreise“ geführt worden, über welche ich den Vortrag damit beschließe.

West, Westen, Westpunct, s. Abendpunct, als ganz gleichbedeutenden Ausdruck.

Widderpunct, s. Frühlingspunct, als nur anderes Wort für die nämliche Sache.

Widerstand der Mittel; Resistentia mediorum s. fluidorum: *Résistance des milieux.* Feste Körper, welche sich in einer flüßigen Materie, z. B. Waiser, oder namentlich Luft, worauf ich diese Betrachtung unter unserm astronomischen Gesichtspuncte zu beschränken habe, bewegen, müssen in jedem Augenblicke einen Theil ihrer Geschwindigkeit einbüßen, weil sie nicht fortgehen können, ohne die in ihrem Wege liegenden trägen Theilchen des flüssigen Mittels aus der Stelle zu treiben. Es widerfährt ihnen also eben das, was geschehen würde, wenn eine Kraft nach entgegengesetzter Richtung ihre Bewegung hinderte; und man stellt sich daher eine solche hindernde Kraft vor, und nennt dieselbe den „Widerstand der Mittel.“

An einen solchen „Widerstand“ denkt man bei dieser Erklärung zunächst gleich rücksichtlich der Bahnbewegung der Gestirne: Planeten, Kometen u. s. w. im Himmelsraume. Wie mehr und mehr sich z. B. die uns umgebende Luft, auf welche ich namentlich kommen

wollte, bei weiterer Entfernung von der Erde auch schon verdünnt hat, so kann man sich doch eine Scheide, wo es nun fernerhin schlechterdings gar keine weitere Verdünnung, also auch gar keine selbst höchst verdünnte Luft mehr gebe, nicht wohl vorstellen; man denkt sich im Gegentheile die den Erdball (oder vielmehr jeden Planeten, jedes Gestirn) concentrisch umringende, mit ihm rotirende Lufthülle als ein jenseits dieser Grenze der Mitbewegung noch weiter verdünntes, die Räume, welche die Himmelskörper von einander trennen, erfüllendes Medium; — und hat diese „höchst verdünnte Luft", dieses feinste Medium, welches alle Gestirne also bei ihrer Bahnbewegung durch den Himmelsraum, im besondern aber die Planeten und Kometen bei ihrem Laufe um die Sonne zu durchschneiden haben, Aether (vergl. d. Art.) oder Himmelsluft genannt.

Von der außerordentlichen Feinheit dieses Mediums, dieses „Aethers", belehrt uns die Erfahrung: der Lauf der Planeten wird, wie (vergl. unten) Beobachtung und Rechnung unwiderleglich zeigen, dadurch in keinerlei Weise beeinträchtiget; der „Widerstand des Mittels" dieses Aethers auf die Bewegung der Planeten durch denselben hin ist vollkommen unmerklich. Nicht ganz in demselben Maße darf dieß von den Kometen, als viel Stoff-lockereren, vielleicht bloß Wolken-artigen Gestirnen behauptet werden: man sieht leicht ein, daß ein dieserartiger Weltkörper auch von einem sehr ätherischen, zu durchschneidenden Mittel einen Widerstand erfahren kann, welcher dagegen für die dichte und feste Planetenkugel gar nicht in Betracht kömmt. Einen solchen Widerstand aber angenommen, so thut (Kometen, S. 957) die Analysis dar, daß sich, als Folge davon, eine Beschleunigung der mittleren Geschwindigkeit, d. h. eine Verkürzung der großen Axe der Bahn-Ellipse, zeigen muß. Nun ist (Himmelsmechanik, S. 777) erwiesen, daß, worauf ich hier zurückkommen wollte, die großen Axen der Planetenbahnen schlechterdings keinen dauernden, sondern höchstens periodischen Veränderungen unterworfen sind, und daß also eine stete Verkürzung dieser Axen, wie sie in Gemäßheit des, seiner Natur nach, stetigen Aetherwiderstandes, eintreten würde, und demnach für Planeten auch kein solcher Widerstand Statt findet; die Dauer der mittleren planetarischen Umlaufszeiten hat sich, wie ich vielfach und namentlich schon B. I, S. 85 unseres Werkes, hervorgehoben habe, seit den ältesten Zeiten der Sternkunde bis auf den heutigen Tag als durchaus unveränderlich bewährt.

Für die Kometen hat ein ähnlicher Nachweis, wegen der Seltenheit solcher Gestirne von bekannter Umlaufszeit, und den zu starken Störungsungleichheiten ihres Laufes fast unüberwindliche Schwierigkeiten: man hat sonst, der angeführten Wahrscheinlichkeit des Gegentheils ohnerachtet, auch ihre Unabhängigkeit vom Aetherwiderstande angenommen; und nur erst unser großer Berliner Astronom Encke ist dahin gelangt, bei dem, nach Ihm der „Encke'sche" benannten Kometen (s. wieder d. A. S. 957) einen dergleichen „Widerstand" glaublich zu machen. Dieß heißt: Bei dem Encke'schen Kometen bleibt, wenn alle übrigen Störungen berechnet sind, eine davon unabhängige stete Laufbeschleunigung, also eine (langsame) stete Verkürzung der großen Axe dieser elliptischen Kometenbahn um die Sonne übrig, welche nicht wohl anders als durch den Widerstand erklärt werden kann, den dieser sehr kleine und schwache Komet bei seiner Durchschneidung des Aethers während der Bewegung um die Sonne erfährt; — eine Hypothese, welche ich jedoch noch nicht als schlechterdings über alle Einwendung erhaben betrachten möchte*, daher ich die Betrachtung für jetzt auch mit der bloßen Andeutung abbreche, und das Abwarten des Resultates weiterer Beobachtungen empfehle.

Unter einem zweiten astronomischen Gesichtspuncte aber scheint der Einfluß eines „Widerstandes des Mittels"

* Auch finde ich, wenn ich sonst Nichts übersehen habe, dieses „Aether-Widerstandes" in Pontécoulant's Berechnung der Störungen, welche der Encke'sche Komet erleidet, „Théorie du système du monde". II. 177 flgd. nicht erwähnt.

bei den Schwingungen des für unsere Wissenschaft so wichtigen Pendels in Betracht zu kommen, indem diese Schwingungen doch in der dabei von der Stange und Linse des Pendels zu durchschneidenden Luft, und nicht in einem solchen luftleeren Raum erfolgen, wie (Pendel, S. 278) die Theorie dafür postulirt. Indeß hat man seit Newton ziemlich allgemein angenommen und (vgl. wieder Pendel, S. 289) auch erfahrungsgemäß bestätiget gefunden, daß dieser Widerstand der Luft den Isochronismus der Pendelschwingungen, worauf bei diesem Werkzeuge doch eigentlich Alles ankömmt, wenig beeinträchtiget. Ich lasse mich daher auch auf die delicaten Versuche, welche namentlich der verewigte Königsberger Astronom Bessel in seinen „Untersuchungeu über die Länge des einfachen Secundenpendels". Berlin. 1828. 4. darüber anstellt, hier nicht weiter ein; — und beschließe den Vortrag über „Widerstand der Mittel", in seiner bloß populären Gestalt lieber damit, daß ich Lesern, welche ein tieferes, besonders analytisches Eingehen verlangen, den weitläuftigen und überaus gelehrten, vom Wiener Astronomen Littrow gearbeiteten Artikel „Widerstand" in der mehrfach citirten zweiten Ausgabe von Gehler's Physikalischem Wrtrb. empfehle.

Wiederholungskreis, s. Multiplicationskreis, als ein nur verschiedenes Wort für ganz dieselbe Sache.

Wind; Ventus; *Vent.* Die Bewegung der Luft im Luftkreise. — Die Betrachtung dieser Luftbewegungen, dieser „Winde", in der bestimmten irdischen Atmosphäre gehört auch in die specielle Meteorologie unseres Planeten, in welcher sie einen bedeutenden Raum einnimmt. Unter unserm astronomischen Gesichtspuncte habe ich nur daran zu erinnern, daß das Vorkommen der „Winde" nicht auf den Planeten Erde eingeschränkt ist, sondern, wie sich aus Gründern der Analogie auch gleich annehmen läßt, nicht weniger auf den übrigen Weltkörpern unseres Systems, wohl auch anderer Systeme, Statt hat. Andeutungen darüber habe ich namentlich in den Artikeln Jupiter, S. 829, Mars, S. 78 gegeben, und verweise um so lieber dahin, als solchergestalt eine Aehnlichkeit zwischen unserm und den ferneren Planeten mehr nachgewiesen wird, welcher Umstand in unserm ganzen Werke immer mit besonderer Vorliebe ausgezeichnet worden ist.

Von der besondern, unter dem Namen der Passatwinde bekannten Art von Ost-„Winden", welche beständig auf dem Weltmeere des Planeten Erde zwischen den Wendekreisen wehen, und eigentlich astronomischen Ursprunges sind, ist in jenem speciellen Artikel, auf welchen ich, um Wiederholungen zu vermeiden, verweisen muß, ausführlich die Rede.

Windrose, Schiffsrose; Rosa nautarum; *Rose des vents*, Cadran des vents. Diesen Namen gibt man einem, Fig. 8. der Tafel XXII. verzeichneten, zum Compaß (wo S. 194 dieserwegen hierher verwiesen ist) gehörigen, meistens aus Pappe verfertigten Sterne von 8, 16 oder 32 gleich langen Spitzen, die den Umfang des Kreises, in welchem sie sich endigen, in eben so viele gleiche Theile theilen, und durch ihre Richtung die Lage der Weltgegenden (s. d. A.) bezeichnen. Gewöhnlich wird diejenige Spitze des Sterns, welche den Nordpunct angeben soll, durch eine Lilie oder ein anderes Merkmal (die Leser, welche doch meistens einen Compaß auf Ihrem Tische haben, sehen es vor sich) unterschieden, zu jeder der übrigen aber der (abgekürzte) Name der zugehörigen Weltgegend gesetzt. Wenn alsdann die nördliche Spitze entweder auf einer Mittagslinie, oder vermittelst der Magnetnadel, nach dem wahren Mitternachtspuncte gekehrt wird *, so zeigen die übrigen

* Dieß Letztere kann freilich nur mit Hilfe der Kenntniß der Abweichung der Nadel geschehen: diese Abweichung betrage z. B., wie es jetzt für meine Gegend etwann der Fall ist, 20 Grad westlich; so muß die nördliche Spitze (ihr Nord-Ende) also dagegen 20° östlich (rechts des nach Norden schauenden Operateurs) gerichtet werden. — Ich spreche (vergl. oben das Folgende) von einem gewöhnlichen Compaß.

Spitzen, gleichwie mit ihnen parallel gelegte Lineale, nach den verschiedenen Weltgegenden, und lassen somit eine jede derselben leicht bestimmen.

Bei den Bouſſolen (Compassen), welche auf dem Lande gebraucht werden sollen, wird die „Windrose“, wie es meine Leser auch wieder auf Ihrem Compaß, den ich noch immer vor Ihnen stehend annehme, befinden, auf die innere Grundfläche des Gehäuses gezeichnet, und die Magnetnadel auf einen im Mittelpuncte senkrecht stehenden Stift darüber gesetzt. Am See-Compaß aber (wieder Compaß, S. 194) besteht die „Windrose“ aus zwei kreisrunden Scheiben von Pappe, zwischen welche die Magnetnadel durch die Mitte dergestalt eingelegt wird, daß ihr Nordpol dem Nordpole der Rose correspondirt. Diese ganze Scheibe bekömmt im Centrum ein Hütchen, mit welchem sie auf einem Stifte im Boden des Gehäuses frei aufliegt, und sich demnach mit der Nadel um denselben drehet. So zeigt sie, wie man gleich einsieht, durch ihre Richtung die magnetischen Weltgegenden, welche von den wahren nur um die, als bekannt vorausgesetzte, Abweichung verschieden sind.

Auch auf die Land- und Seecharten werden „Windrosen“ gezeichnet, deren nördliche Spitzen sich, der Richtung der Mittagslinie gemäß, nach der Gegend des Nordpols hin kehren. Auf denjenigen Seecharten, welche (Landcharte, S. 40) die Meridiane sämmtlich als gerade und parallele Linien darstellen (Charten mit wachsenden Breiten, oder Mercator's-Charten), lassen sich überall „Windrosen“ anbringen, deren gleichnamige Spitzen auch sämmtlich mit einander parallel laufen (indem z. B. die Nordspitzen zweier aufgezeichneten Windrosen, als beide den parallelen Meridianen parallel, dieß natürlich auch unter sich sind, wogegen auf den gewöhnlichen Charten, gleichwie auf dem Globus, die Meridiane nach den Polen zu mehr oder weniger auffallend convergiren); man verlängert die Richtungen dieser Spitzen über die ganze Fläche der Charten, und erhält dadurch die große Bequemlichkeit, daß man überall gleich sehen kann, mit welcher von denselben die Linie zwischen jeden zwei Orten parallel läuft, d. h. (vergl. wieder l. c.) nach welcher Weltgegend man den Lauf des Schiffes u dirigiren hat, um von dem einen dieser Orte zum andern zu gelangen, und welches den wichtigsten praktischen Vortheil der „Windrosen“ abgibt.

Winkel, optischer soviel als Sehewinkel, s. letzteren Artikel.

Winkelgeschwindigkeit im Gegensatze der linearen, s. Geschwindigkeit, S. 669, wo dieser Gegensatz durch das Beispiel des Planeten Mercur aufgeklärt wird, indem derselbe die 360 Grade um den Mittel- (Kraft-) Punct seiner Bahn in 88 Tagen, und also täglich ($^{360}/_{88}$ etwann) 4 Grade (Winkelgrade) zurücklegt, welches seine „Winkelgeschwindigkeit“ abgibt, wogegen seine „lineare“ Geschwindigkeit täglich 560000 Meilen beträgt, weil nämlich der ganze Bahnumfang Mercurs (360°) = 50000000 Meilen, und 1 Grad also = $\frac{50000000}{360}$ = 140000 Meilen hält, demgemäß die tägliche „Winkelgeschwindigkeit“ der 4 Grade einer täglichen linearen Geschwindigkeit dieses Planeten von (4. 140000 =) 560000 Meilen gleich kömmt.

Winter; Hiems; *Hiver*. Eine der vier Jahreszeiten, die zwischen Herbst und Frühling fällt, vom kürzesten Tage, an welchem die Sonne die geringste Mittagshöhe (den größten Scheitelabstand) hat, ihren Anfang nimmt, und mit der Frühlingsnachtgleiche endiget. Für die nördliche gemäßigte* Zone unseres Planeten hebt der „Winter“ mit dem (scheinbaren) Eintritte der Sonne in den Steinbock (dem wirklichen der Erde in den Krebs) am 21. December an, und schließt am 21. März, wenn die Sonne im Wid-

* Ich muß mich, bei diesen Bestimmungen auf die „gemäßigten“ Zonen beschränken, da namentlich für die Polarzonen ein ganz anderes Verhältniß eintritt, und die obige Zeitangabe, wie wir hinten, wo ich hierauf zurückkomme, näher sehen werden, nicht auf sie paßt.

der erscheint (und die Erde also in der Wage steht)*.

In der südlichen „gemäßigten“ Zone ist der Tag am kürzesten und die Sonne steht Mittags am niedrigsten, zur Zeit ihres Eintrittes in den Krebs; hier fängt also der Winter mit dem kürzesten Tage des 21. Juni an, und endiget mit der Nachtgleiche des 23. Sept.

Für die Orte der heißen Zone gibt es alljährlich zwei Tage, an welchen die Sonne den dort möglichen größten Scheitelabstand, den nördlichen oder südlichen erreicht, nämlich die beiden Solstitialtage des 21. Juni und 21. December; und man könnte dieser Zone also, soweit, unserer Definition gemäß, der gedachte größte Abstand Winters Anfang bestimmt, eigentlich auch zwei „Winter“ beilegen. Allein der Begriff gilt (vergl. Sommer, S. 410) natürlich von Gegenden nicht, für welche Winter in unserm Sinne überhaupt nicht Statt hat.

Eben so wenig findet unsere Erklärung Anwendung auf die kalten Zonen, auf welche ich hier zurückkommen wollte. Schon an der Grenze derselben, unter den Polarkreisen, geht die Sonne am kürzesten Tage gar nicht mehr auf: die Nacht nimmt dann die vollen 24 Stunden ein; und man kann also für diese Gegenden, wieder in unserm Sinne, von einem „kürzesten Tage, als Winters-anfange“, eigentlich gar nicht sprechen**. Weiter nach den Polen hin nimmt die Dauer beständiger Nacht natürlich noch immer mehr zu; und unter den Polen selbst (Sphaera parallela) währt diese „beständige Nacht“ (s. d. A. S. 204) und, wenn man den Winter darauf beziehen will, der beständige Winter (die Zeit vom Eintritte der Sonne in den Aequator bis zur Sonnenwende, und von dieser zurück bis zu jenem) volle 6 Monate. Die gegebene Erklärung von „Winter“ hat überdieß nur astronomische Bedeutung; im gemeinen Leben, wo man die Benennung der Jahreszeiten nicht so streng vom Sonnenstande abhängig macht, wird unter „Winter“ überhaupt die Zeit verstanden, zu welcher die Tage am kürzesten sind und die Vegetation durch die Kälte unterbrochen wird.

Beschränkt man sich auf die obige astronomische Bestimmung der Winterlänge (der Zeit von der Sonnenwende bis zur Nachtgleiche) für die nördliche und südliche gemäßigte Zone, oder für die nördliche und südliche Halbkugel überhaupt, abstehend von besondern Standpuncten auf denselben; so findet man vom 21. December bis 21. März (beiderseits einschließlich) 11 + 31 + 28 + 21 = . . 91 Tage,

vom 21. Juni bis 23. September aber 10 + 31 + 31 + 23 = ... 95 —,

demnach sich der Winter der südlichen gemäßigten Zone 4 Tage länger als der nördlichen ergibt. Den Grund davon habe ich sehr ausführlich im Art. Sommer entwickelt: der Planet Erde befindet sich, wenn in unsern (den nördlichen) Ländern (auf der nördlichen Halbkugel) Winter ist, in seiner elliptischen Bahn um die Sonne in der Sonnennähe, wo der planetarische Lauf schneller geschieht, als in der andern Bahnhälfte, welcher dagegen der Winter der Süd-Halbkugel entspricht.

Für den Nachbarplaneten der Erde, den Mars, hat, um nun schließlich auch eine planetarische Analogie beizubringen, aus demselben Grunde Aehnliches, nur wegen der größeren Länge des Marsjahres überhaupt, auch in einem größeren Maße, Statt: der „Winter“ der südlichen Halbkugel des Mars währt (vergl. den Art. S. 76) 181,

der nördlichen bloß . 147 dortiger,

von den unsrigen wenig verschiedener Tage, so daß der Unterschied . . . . . 34 solcher

* Vergl. wegen dieses Gegensatzes Ekliptik, S. 298, wo derselbe sehr sinnlich aufgeklärt wird.

** Wollte man dieß gleichwohl, so würde Wintersanfang also für den nördlichen Polarkreis, als Grenze der nördlichen gemäßigten Zone, wie für diese, auf den 21. December, für noch nördlicher gelegene Puncte immer früher, und für den Nordpol selbst schon auf den 23. September, als den Tag des Eintrittes der halbjährigen Nacht für diesen Pol, fallen.

Marstage beträgt, welcher Umstand auch (l. c. S. 77) durch die Wahrnehmung mehrerer Ausdehnung von Schnee und Eis um den Mars-Südpol im Winter der entsprechenden Halbkugel vortrefflich bestätiget wird. — Auf andere Planeten läßt sich diese Beobachtung nicht ausdehnen: die weiteren oberen sind zu entfernt von der Erde, die unteren zu Sonnen-nah, um Winterspuren zu zeigen.

Winterpunct (vrgl. alsbald Sommerpunct); Punctum solstitii hiberni; *Solstice d'hiver*. Derjenige Punct der Ekliptik, in welchem die Sonne bei ihrem scheinbaren jährlichen Umlaufe um unsern Planeten die größte, und zwar wenn von der nördlichen Halbkugel der Erde die Rede ist, die größte südliche, und bei Beziehung auf die südliche dagegen die größte nördliche Abweichung erreicht. Ersteres geschieht um* den 21. December, als den Anfangstag unseres (der Bewohner der nördlichen gemäßigten Zone) Winters (s. diesen unmittelbar vorangehenden Art.). In diesem Puncte steht die Sonne vom Nordpole am weitesten (vergl. unten, 90 + 23½ = 113 /₂°) ab, hat alsdann für uns die geringste Mittagshöhe (den größten Scheitelabstand), und macht uns den kürzesten Tag und die längste Nacht. Man sieht selbigen Punct noch jetzt als den Anfang vom Zeichen des Steinbocks an, obschon das Sternbild des Steinbocks, wie in jenem Artikel Zeichen ausführlicher nachgewiesen werden wird, diesen Ort längst verlassen hat, und der „Winterpunct" jetzt in das Sternbild des Schützen, etwann vor dessen Bogen, fällt. Dieser (unser) Winterpunct ist vom Frühlingspuncte, dem Durchschnitts- oder gemeinschaftlichen Anfangspuncte der Ekliptik und des Aequators, 270° östlich (90° westlich) entfernt, daher seine Länge sowohl als seine gerade Aufsteigung diese 270° oder 9 Zeichen, beträgt; seine Abweichung aber ist wie gesagt, südlich, und der Schiefe der Ekliptik (eigener Artikel) von 23½° gleich (woher die obigen 90° + 23½° = 113½° kommen). Durch ihn geht, mit dem Aequator parallel, der Wendekreis (s. auch diesen Artikel) des Steinbocks.

Bezieht man sich aber bei dieser Betrachtung vielmehr auf die entgegengesetzte südliche Halbkugel, so gibt für dieselbe unser Sommerpunct natürlich den Winterpunct ab, aus welchem Grunde ich auch schon Eingangs die Vergleichung jenes Artikels empfohlen habe. Der Winter dieser südlichen Halbkugel (ihrer gemäßigten Zone, denn für höhere dortige Breiten paßt, wie im Winter gezeigt worden ist, die Zeitbestimmung nicht mehr), hebt demnach beim Eintritte der Sonne in unseren „Sommer"- als ihren „Winterpunct", d. h. den 21. Juni an; und dieser „Winterpunct" der südlichen Halbkugel trifft demgemäß mit dem Anfangspuncte des Zeichens (nicht — vergl. oben — des Sternbildes) des Krebses zusammen, und fällt auch in den Wendekreis des Krebses, welcher, parallel mit dem Aequator, und im nämlichen Abstande der 23½ (der Schiefe der Ekliptik) durch denselben geht.

Winterſonnenwende, s. Sonnenwende, S. 453.

Wirbel, Carteſianiſche, Wirbel des Descartes, System der Wirbel; Vortices Cartesiani, Systema vorticum; *Tourbillons de Descartes*, Système des tourbillons. Descartes (oder Cartes, *Cartesius*), dieser uns namentlich aus dem Artikel Brechung, S. 130 schon näher bekannte Französische Philosoph, Mathematiker und Astronom des 17. Jahrhunderts, bezeichnet („Principia philosophiae". Amsterdam. 1692. 4. T. III.) in seinem philosophischen Systeme, auf welches ich, unter dem astronomi-

* Man könnte mich hier wieder fragen, weßhalb ich, statt bestimmt „am", nur unbestimmt „um" sage? Die Antwort im Artikel Kalender, S. 849, wo gezeigt wird, daß, wegen des Modus der Anbringung unseres Schalttages (die Nachtgleiche nicht fest auf den 21. März, und also auch), das wahre Wintersolstitium nicht fest auf den 21 December bleibt, sondern zuweilen einen Tag früher, oder auch später fällt.

schen Gesichtspuncte hier zurückzukommen mehrmals versprochen hatte, durch „Wirbel", eine (von ihm postulirte) „große Menge Materie, welche sich um einen gemeinschaftlichen Mittelpunct bewegt, so daß das Ganze als eine Anzahl von Kugelschalen betrachtet werden kann, die sich um eine gemeinschaftliche Axe, oder wenigstens einen gemeinschaftlichen Mittelpunct drehen. Vollenden alle diese (also concentrischen) Schichten ihre Umläufe in gleicher Zeit, so ist klar, daß die äußern geschwinder gehen müssen, als die innern, und zwar in eben dem Verhältnisse, in welchem ihr Abstand vom Mittelpuncte oder der Axe größer ist".

Descartes, welcher die von mir im Art. Weltsystem angeführte Vorstellung der Alten von einer Einschließung der Gestirne, Sphären, die sich mit ihnen drehen sollten, nicht mehr annehmen konnte, und das Bedürfniß empfand, die Ursache und Entstehungsart der himmlischen Bewegungen durch irgend eine andere Annahme begreiflich zu machen, verfiel darauf, zunächst die Sonne mit einem solchen Wirbel verschiedener Schichten einer sehr fein getheilten, flüßigen Materie von ungleicher Dichtigkeit zu umringen, welcher Wirbel die Planeten so mit sich fortrisse, wie etwann der Wind die in der Luft schwebenden Körper dahin führt. Die verschiedenen Schichten des großen Sonnenwirbels bewegen sich nach diesem Systeme mit ungleichen Geschwindigkeiten, aber nach Einerlei Richtung, und führen die in ihnen gleichsam schwimmend gedachten Planeten zwar demgemäß alle auch nach Einerlei Richtung (rechtläufig, s. d. A.), aber die näheren in kürzerer, die entfernteren in längerer Zeit, um die Sonne*; und jeder Planet „schwimmt" zugleich in derjenigen Schicht des Wirbels, welche mit ihm selbst gleiche Dichtigkeit hat. Die von Monden umlaufenen Planeten werden dabei als erst im Mittelpuncte eigener kleinerer „Wirbel" stehend angenommen, welche sodann wieder im größeren schwimmen, und die Monde um den Planeten nach eben dem Gesetze herumfuhren, nach welchem sich dieser letztere mit seinem Wirbel von jenem Hauptwirbel um die Sonne getrieben findet.

Auf den ersten Blick scheint Nichts einfacher, verständlicher und genugthuender, als dieses System; und noch Niemand hatte vorher eine so begreifliche Ursache der himmlischen Bewegungen, und auf welche der Umstand der Richtung des Laufes aller Planeten und Monde nach derselben (der directen) Richtung fast unmittelbar hinzuweisen schien, anzugeben gewußt. Daher ist es nicht zu verwundern, daß diese Hypothese mit so ausgebreitetem Beifalle aufgenommen worden ist, sich so lange erhalten hat, und von ihren Anhängern sogar gegen Newton's vortreffliche Gravitationslehre hartnäckig vertheidiget worden ist. Indeß ist es der neueren Astronomie doch leicht geworden, ihre gänzliche Unhaltbarkeit selbst durch den Augenschein der Beobachtung darzuthun: denn da sie ihr Haupt-Argument, wie gesagt, aus der Einerleiheit der Richtung der von ihr als unausnamentlich „rechtläufig" geforderten Himmelsbewegungen hernimmt, später aber die, dem Urheber des Systems noch unbekannt gewesene „Recht"- und Rückläufigkeit der Kometen (vergl. d. A. namentlich S. 965) sichtbarlich nachgewiesen wurde: so war sie durch diese einzige Einwendung, auf welche ihr auch gar keine Antwort bleibt, vollkommen widerlegt.

Gleichwohl habe ich ihr, bevorworteter-maßen, eine wenigstens kurze Erwähnung nicht versagen zu dürfen geglaubt. Die Geschichte einer Wissenschaft, und namentlich der Astronomie, ist, wie ich öfters hervorgehoben habe, allermeistens die Geschichte der Irrthümer und verfehlten Versuche, durch welche sich die Forschung erst endlich zur Wahrheit hindurch gearbeitet hat; und um den ganzen Werth der letzteren richtig zu schätzen, darf man also die Mühe nicht scheuen, auch jenen Verirrungen und den Schwierigkeiten, sich von ihnen loszumachen, einen Blick zu schenken.

Solchen Lesern aber, welche sich in dieser Absicht mit meiner kurzen Dar-

* Man sieht daraus, daß Cartesius wenigstens guter Copernicaner war, wie ich ihn im Artikel Weltsystem, mit Verweisung hierher, auch auszeichne.

stellung des „Systems der Wirbel“ nicht begnügen wollen, und mehr Detail verlangen, weiß ich schließlich keinen beßren Führer als Descartes selbst in seinen Eingangs erwähnten „Princip. Philosoph.“ zu empfehlen, womit Sie Montucla's von mir öfters citirte „Histoire des Mathématiques.“ II. §. 8. des 4. Buches 4. Theiles verbinden können.

Witterungslehre, das deutsche Wort für Meteorologie, in welchem Artikel ich die aus dieser Lehre vor unser astronomisches Forum gehörigen Gegenstände behandelt habe.

Woche; Hebdomas, Septimana; *Semaine*. Bekanntlich ein Zeitraum von sieben auf einander folgenden, mit eigenen Namen belegten Tagen. Wir finden diese Art der Zusammenfassung von sieben, mit eigenen Namen belegten Tagen zu einem Zeitabschnitte, schon im früheſten Alterthume: Herodot (Lib. II.) und Dio Cassius (Hist. R. Lib. XXXVII.) schreiben sie (s. unten) den Egyptiern zu; und das Bedürfniß des bürgerlichen Lebens muß ganz natürlich darauf geführt haben. Was zunächst die Wahl der Anzahl von eben „sieben“ Tagen für die also eingeführte Periode betrifft, so bemerkt der verewigte Berliner Hof-Astronom Ideler in seinem „Handbuch der Chronologie“. Berlin 1830. 2. B. gr. 8. I. 60 darüber: „Die Woche ist ohne allen Zweifel eine Unterabtheilung des synodiſchen Monates (s. d. A. S. 139): denn statt der $7^3/_8$ Tage, welche ($4 . 7^3/_8 = 29^1/_2$, als der Dauer dieses Monates) die Mondviertel im Durchschnitte halten, nahm man die am nächsten liegende ganze Zahl von 7 Tagen; und ob man gleich bald bemerken mußte, daß diese Periode kein genau messender Theil des Monates sey, so blieb man doch, da sich vielleicht früh auch noch myſtiſche (vgl. weiter unt.) Ideen an sie geknüpft haben mögen, bei ihr stehen.“ Derselben Meinung tritt Lalande, welcher, „*Astronomie.*“ §. 1534. in ein sehr gelehrtes Detail hierüber eingeht, und unter andern nachweist, daß die „siebentägige Woche“ selbst unter den alten Peruanern im Gebrauche gewesen sey, unbedingt bei; und eine entgegengeſetzte Ansicht, deren ich in meinen Notizen erwähnt finde, als sey nämlich „die Abtheilung der Zeit nach 7 Tagen durch solche Vorstellungen von der Schöpfungsgeschichte, wie die Moſaiſche veranlaßt worden“ — hat viel weniger für sich, da doch den Peruanern wenigstens von diesen letzteren wahrscheinlich Nichts bekannt gewesen seyn wird.

Hinsichtlich der Namen der 7 Wochentage sodann, so ist es abermals Dio Cassius, welcher uns, wie ich darauf hier zurückkommen wollte (l. c. C. 17, 18.) über deren Ursprung belehrt und sie angedeutetermaßen von einem aſtrologiſchen Aberglauben ableitet. „Wenn man“, sagt er, „die Stunden des Tages und der Nacht von der erſten Tagesſtunde zu zählen anfängt, diese, nach der Ordnung, welche die Egypter (vgl. Weltſyſtem) den Planeten anweisen, dem Planeten Saturn, die folgende dem Jupiter, die dritte dem Mars, die vierte der Sonne, die fünfte der Venus, die ſechste dem Mercur und die ſiebente dem Monde beilegt, gleichsam als würden die Stunden von diesen Gestirnen beherrscht, und also immer wieder von vorn anfängt; so wird man, wenn man alle 24 Stunden* durchlaufen hat, finden, daß die erſte des folgenden Tages auf die Sonne,** die erſte des dritten Tages auf den Mond, kurz die erste eines jeden Tages auf den Planeten trifft, nach welchem dieser Tag benannt ist.“ Demgemäß bringt

* Die Leser könnten gerade auf diese Veranlassung auch nach dem Grunde der Eintheilung des Tages eben in vierundzwanzig „Stunden“ fragen, welcher Grund in dem letzteren Artikel nicht besonders angegeben ist. Ich finde indeß in meinen Notizen darüber auch nur, daß sich Herodot mit der Anführung begnüge, „die Griechen hätten diese Eintheilung von den Babyloniern erlernt.“

** Die Leser werden sich leicht davon überzeugen. Die Reihe besteht aus 7 Gestirnen, demnach die dritte Durchzählung mit der ($3 . 7 =$) 21sten Stunde schließt, wonächst die 3 ersten Glieder der Reihe auf die noch übrigen ($24 - 21 =$) 3 Tagesstunden kommen, das 4te (Sonne) aber auf die Anfangsstunde des folgenden Tages fällt u. s. w.

dieſer Schriftſteller nun die nachſtehende, hiernach gebildeten Römiſchen Benennungen der „Wochentage“ bei:

Dies Saturni (unſer — vgl. unten — heutiger Sonnabend)	.	♄
Dies Solis,	Sonntag	☉
Dies Lunae,	Montag	☾
Dies Martis,	Dienſtag	♂
Dies Mercurii,	Mittwoch	☿
Dies Jovis,	Donnerſtag	♃
Dies Veneris,	Freitag	♀

Die deutſchen Benennungen aber ſcheinen ſpäter, und nur mit theilweiſem Bezuge auf jene Römiſchen, in der folgenden Art, wobei ich die nämliche Anordnung wähle, entſtanden zu ſeyn:

Sonnabend aus Sonntag-Abend (Abend vor unſerm Wochenanfangstage), d. h. Tag vor Sonntag*. Das Oberdeutſche Samſtag iſt das zuſammengezogene Sabbathstag.

Sonntag und

Montag ſind offenbar wörtliche Ueberſetzungen des Römiſchen „Dies Solis“ und Dies Lunae.“

Dinſtag leitet man von dem Altdeutſchen Ding, d. h. Gericht ab, indem unſere Vorfahren an dieſem Tage Ding (Gericht) hielten.

Mittwoch, „mitten in der Woche.“

Donnerſtag vom Altdeutſchen Donnergotte („Thor.“)

Freitag von Frea, der Venus der Sachſen und Scandinavier.

Das deutſche Wort „Woche“ aber iſt aus dem Gothiſchen Wik entſtanden, welches beim Ulphilas, dem bekannten Biſchofe der Weſtgothen und Schriftſteller des 4ten Jahrhunderts nach Chriſtus, ſo viel als Ordnung, regelmäßiger Wechſel heißt, und wohl mit dem Römiſchen vicis verwandt iſt.

Ueber die Franzöſiſchen Namen der Wochentage, welche ich nach der Sprachbeſchränkung meines Werkes allein noch beizubringen habe, finde ich dagegen in meinen Notizen* das Nachſtehende:

Samedi, Corruption vom obigen „Saturni Dies.“

Dimanche, „Dominica Dies.“

Lundi, „Lunae Dies.“

Mardi, „Martis Dies.“

Mercredi, „Mercurii Dies.“

Jeudi, „Jovis Dies.“

Vendredi, „Veneris Dies.“

Semaine endlich iſt offenbar das Römiſche „Septimana.“

Dieß wird, im Umfange meines Werkes über „Woche“ hinreichen, wogegen ich mehr verlangende Leſer nochmals auf die citirten Werke von Ideler, oder auch auf Lalande's ebenfalls ſchon angeführte „Astronomie.“ 8tes Buch „du Calendrier“ verweiſen muß.

Wolken; Nubes; *Nuages*. Die ſichtbaren Dünſte im irdiſchen Luftkreiſe werden, wenn ſie niedrig ſtehen, Nebel, in größeren Höhen „Wolken“ genannt. — Auf dieſe Erklärung muß ich mich beſchränken; die weitere Betrachtung der „irdiſchen Wolke“ gehört in die ſpecielle irdiſche Meteorologie, welche darüber in ein ſehr weitläuftiges Detail eingeht. Hier habe ich unter unſerm aſtronomiſchen Geſichtspuncte zuerſt nur noch anzuführen, daß die Beobachtung auch auf einigen der übrigen Planeten wolkenartige Verdichtungen („Analoga unſerer Wolken“ nach Mädler's Ausdrucke) zeigt, wie ich ein Beiſpiel davon im A. Jupiter, S. 829. beigebracht habe, an welches ich, als einen Beweis mehr für gewiſſe Aehnlichkeitsbeziehungen zwiſchen den verſchiedenen Weltkörpern unſres Syſtems, eine Beziehung, die ich immer gern hervorhebe, hier auch um ſo lieber erinnere.

* Ich folge wieder Ideler: „Lehrbuch (nicht zu verwechſeln mit dem vorn citirten ausführlicheren „Handbuche“) der Chronologie.“ Berlin. 1831. gr. 8. S. 342 flgd. (eine vortreffliche Arbeit).

** Rodier und Berger: „Dictionnaire universel.“ 5te Ausgabe. Paris. 1832. 2 Bde. gr. 8. (gutes Werk) geben die nämlichen Etymologien.

Sodann bezeichnet die Astronomie mit der Benennung „Wolken“ auch noch einige, durch besonders dunkle Farbe auffallende, fast kohlschwarz erscheinende Stellen am südlichen Himmel, welche „Schwärze“ der gänzlichen Sternleerheit dieser Himmelsstellen beigemessen wird, und wohin namentlich die sogenannten Capwolken, oder (nach dem bekannten Portugiesischen Seefahrer) Magellanflecke gehören, die von den Engländern aus dem obigen Grunde die Kohlensäcke genannt werden, und in der Nähe des schönen Sternbildes des südlichen Kreuzes stehen, von welchem ich in jenem A. Sternbilder S. 505 eine so reizende Schilderung entworfen habe.

Endlich aber führen den Namen der „Wolken“ auch noch zwei große Nebelflecke, wieder in der südlichen Himmelshalbkugel, welche man in den Verzeichnissen mit den lateinischen Namen der *Nubecula major et minor* aufgeführt findet, und in denen gute Fernröhre, gleichwie in andern Nebelflecken, eine unendliche Zahl teleskopischer Sterne zeigen.

Wurf, Wurfbewegung; Jactus, Projectio; *Jet*, Projection. Wenn man, — um Dasjenige, was ich hier vorzutragen habe, gleich durch das bekannteste Beispiel recht sinnlich einzuleiten — einen Stein schleudert (wirft) *, so sieht man diesen Stein nach einiger Zeit zur Erde fallen, weil neben dem auf denselben wirkenden „Wurfe“ auch die Schwere (die Gravitation, die Centralkraft des Erdkörpers, über dessen Oberfläche hin der Stein geworfen worden ist) auf ihn wirkt: der Stein hat durch den „Impuls“ des „Wurfes“ eine, an und für sich offenbar geradlinige Bewegung erhalten, von welcher derselbe aber vermittelst des Einflusses der Schwere abgelenkt wird, und also einer veränderten Richtung mit einer natürlich auch veränderten Bewegung folgt (eine veränderte Bahn beschreibt), welche Bewegung nun eben die hier zu betrachtende „Wurfbewegung“ abgibt.

* Von der gewöhnlichen Ausdehnung dieser Lehre auf das Geschoß sehe ich hier, als, namentlich unter dem astronomischen Gesichtspuncte, in der Betrachtung durchaus nichts ändernd, gänzlich ab.

Wir finden uns durch diese Erklärung, bei der ich eben deßwegen sogar den nämlichen Ausdruck „Impuls“ angewendet habe, sogleich an das, in den Art. Bahnen, S. 92. und Centralbewegung, S. 146. über die planetarische Centralbewegung Vorgetragene erinnert; — und dahin will ich auch zunächst eigentlich; und werde zeigen, daß die „Wurfbewegung“ mit letzterer planetarischen in dieselbe Kategorie gehört und mit ihr aus demselben astronomischen Gesichtspuncte betrachtet werden kann.

In der That findet sich l. c. gezeigt, daß die Bewegung des Planeten um die Sonne durch den „Impuls“ einer geradlinigen Bewegung (eines ursprünglichen Anstoßes zum Fortgange in tangentieller Richtung) und den gleichzeitigen ablenkenden Einfluß der Anziehung des Sonnenkörpers, demgemäß die Tangente zur Bahn, zur Curve, um den letzteren gekrümmt wird, bedingt ist. Setzt man hier statt „Impuls“ nur Wurf, wie jener „ursprüngliche Anstoß“ sehr wohl gedacht werden kann, und für die Sonnenanziehung (Gravitation) die Schwerkraft der Erde; so ist, wie ich zu Schlusse meines gegenwärtigen Vortrages noch näher zeigen werde, die Verwandtschaft der beiden Vorgänge ganz unverkennbar.

Im citirten Artikel Centralbewegung, an der bezeichneten Stelle, thue ich ferner dar und komme auch gleich nochmals darauf zurück, daß die besondere Gestalt der durch den also in Bewegung gesetzten Planeten um die Sonne, d. h. um den von ihr eingenommenen Bahncentral-(Kraft)-Punct beschriebene Bahn (Curve) lediglich eine Abhängigkeitsfolge des Verhältnisses der Stärke jenes ursprünglichen Impulses (Wurfes) zur Gravitation ist: die Bahn könnte, wie dort ebenfalls gezeigt wird, in Gemäßheit des gedachten Verhältnisses eben sowohl ein Kreis, als eine Ellipse, oder eine Parabel u. s. w. seyn.

Stellen wir uns hiernächst einmal vor, die Erde sey vom geworfenen Steine eben so weit entfernt, als die Sonne vom, wie ich nun sagen darf, „geworfenen“ Planeten, und die Anziehungskraft des Erdkörpers sey in dieser Entfernung also auch schon hinreichend vermindert; oder, was

offenbar auf dasselbe hinauskömmt, die Erdkugel sey in ihrem Umfange hinreichend klein, so daß der geworfene Stein statt von ihrer, gegen die Größe des Wurfweges zu ausgedehnten Oberfläche eher aufgefangen zu werden (dieselbe fallend zu früh zu erreichen und daher auf ihr liegen zu bleiben), unbehindert um sie kreisen könnte: so springt in die Augen, daß dieser Stein nach ähnlicher Maßgabe des Verhältnisses zwischen Wurf- und Schwerkraft eben so gut (und — vergl. hinten — gleichsam wie ein kleiner Mond) eine Ellipse um sie beschreiben würde, welche Curve, bei einem andern Verhältnisse beider Kräfte gegen einander, nicht weniger, wie oben, auch in eine Parabel u. s. w. übergehen könnte. Daß, ich wiederhole mich, der geworfene Stein nicht in einer solchen Curve um die ganze Erde, wie der Planet um die Sonne, kreißt, liegt also lediglich daran, weil er in so großer Nähe nicht die daselbst noch zu starke Gravitation überwinden kann und daher die dagegen zu große Erdoberfläche (den Erdboden) zu früh wieder erreicht; — wäre der Planet nur eben so nahe bei der Sonne „geworfen" worden, so würde er, statt um sie zu kreisen, ganz gewiß auch eher wieder auf sie fallen.

Betrachtet man demgemäß, wie ich nunmehr mit der Gewißheit zuvörderst die beabsichtigte sinnlichste Ueberzeugung von der Analogie zwischen „Wurf"- und planetarischer Centralbewegung bei meinen Lesern erweckt zu haben, fortfahren kann, die irdische Schwere als eine stets nach dem Mittelpuncte des Erdkörpers gerichtete, im umgekehrten Verhältnisse des Quadrates der Entfernung von diesem Mittelpuncte wirkende Kraft*; so wird aus der „Wurfbewegung" eine wahre Centralbewegung, für welche der Mittelpunct der Kräfte (der obige „Bahncentral- oder Kraftpunct") im Mittelpuncte der Erde liegt, und wobei sich daher Alles nach den, wieder Centralbewegung, l. c. angegebenen Gesetzen richten muß. Wenn alsdann, Figur 1. der Tafel XXVI., D denjenigen Punct der Bahn vorstellt, in welchem die Richtung des geworfenen Körpers (Steins) mit der Richtung der Schwere (eben so) rechte Winkel macht (wie, nochmals Centralbewegung, S. 141. und die dort angeführte Figur, der geworfene Planet mit der Richtung der Sonnenanziehung) oder durch welchen der geworfene Körper horizontal hindurchfliegt; so ist das dortige (das dort den Abstand des Planeten vom Centralpuncte vorstellende) a, hier dem Abstande des Punctes D vom Mittelpuncte der Erde, d. h. dem Halbmesser der Erde gleich; — was dort e (den Fallraum des Planeten in der ersten Secunde) bezeichnete, wird hier der Raum, durch welchen die irdische Schwere in derselben Zeit treibt, also g (Galileische Zahl, s. den Art.); und c endlich ist die respective Geschwindigkeit. Nach den erwähnten Gesetzen wird die Bahn ADB also ein Stück eines Kegelschnittes, dessen Brenn- (Kraft-) Punct im Mittelpuncte der Erde liegt, dessen große

$$\text{Are} = \frac{4a^2e}{4ae - c^2} = \frac{4a^2g}{4ag - c^2}, \text{ und}$$

dessen Parameter $= \frac{c^2}{e} = \frac{c^2}{g}$.*

Wenn die (Wurf-) Geschwindigkeit c gegen g nicht zu groß ist, wie unsere Mittel nur eine solche gewähren, d. h. also wenn sie in einer Secunde nur durch einen Raum treibt, der mit a, dem Halbmesser der Erde, in keinen Vergleich kömmt, so muß natürlich $4ae > c^2$, und die

* Vergl. Gravitation, wo ich namentlich S. 692 auch jene Analogie schon besonders hervorgehoben habe.

* Bei der außerordentlichen Wichtigkeit, welche ich auf diese Analogie zwischen irdischer Wurf- und planetarischer Centralbewegung lege, muß ich, bevorwortetermaßen, erst nochmals auf die, in Bezug der letzteren l. c. beigebrachten analytischen Entwicklungen zurückkommen, und für den gegenwärtigen Artikel überhaupt die ausnahmweise bedungene Freiheit der Anwendung mehrerer Rechnung in Anspruch nehmen.

Wir hatten nämlich eben l. c. für die Centralbewegung, wofern die nach dem Mittelpuncte der Kräfte gerichtete Gravitation, wie im vorliegenden Falle, im verkehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung steht, in den obigen Bezeich-

krumme Linie (jener Kegelschnitt) daher (l. c. und die Anmerk.) die, unter Voraussetzung eines solchen Verhältnisses zwischen c und e (oder g), schon oben erwähnte Ellipse seyn. Jeder horizontal (oder, wie man — vgl. hinten — leicht einsieht, auch schief) geworfene Stein würde also (abgesehen ebenfalls vom Widerstande der Luft), nach Art eines Mondes, auf welchen ich mich, als Gleichniß mit Verweisung hierher, schon oben bezogen habe, um den Mittelpunct der Erde (Brennpunct) eine Ellipse beschreiben, wenn er nur seine Centralbewegung, z. B. wie eben der Mond in hinreichend großem Abstande, oder um den als in jenem Mittelpuncte concentrirten Erdkörper ohne Anstoß fortsetzen könnte. Stoßt der Stein aber wegen der schon erwähnten Größe des Erdkugelumfanges schon bei B (unserer Fig. 1. der Tafel XXVI.) wieder auf den horizontalen Boden, so ist das wirklich beschriebene Stück dieser Ellipse so klein, daß es als verschwindend gegen den Halbmesser der Erde (Abstande vom Brennpuncte der Ellipse) betrachtet werden kann. Demgemäß darf man annehmen, die Entfernung a des Mittelpunctes der Erde sey unendlich. Unter dieser Voraussetzung wird die Schwere durch das ganze Curvenstück ADB eine unveränderliche Kraft (wie uns die Beobachtung dieselbe auch kennen lehrt), deren Richtungen erst in unendlicher Ferne, d. h. gar nicht zusammenlaufen, oder (ebenfalls der Beobachtung gemäß) parallel sind.

Wenn aber jener Abstand vom Brennpuncte, oder also die große Are einer Ellipse selbst als unendlich anzunehmen ist, so nähert sich diese Curve einer Parabel; und man darf endliche Stücke von ihr als paraboliſch betrachten, gleichwie man das beobachtbare Stück der elliptischen Kometenbahnen (s. Bahn, S. 96.) auch als paraboliſch ansieht.

nungen den Ausdruck . . $p^2 y - \frac{4 a^2 e}{4 ae - c^2} p^2 + \frac{a^2 c^2}{4 ae - c^2} y = 0$

gefunden; die allgemeine Gleichung aller Kegelschnitte von der großen Are A und dem Parameter B ist aber eben dort . . . . . $p^2 y - Ap^2 + \frac{1}{4} ABy = 0$; —

und beide Gleichungen gehen offenbar in einander über, wenn man

$$A = \frac{4 a^2 e}{4 ae - c^2},$$

$$\frac{1}{4} AB = \frac{a^2 c^2}{4 ae - c^2}, \text{ und also}$$

$$B = \frac{\frac{a^2 c^2}{4 ae - c^2}}{\frac{1}{4} A} = \frac{c^2}{e} \left(\text{oder für } e = g, = \frac{c^2}{g} \right)$$ setzt; welches demnach lehrte, daß bei der, nach dem angegebenen Gesetze vor sich gehenden Centralbewegung immer ein Kegelschnitt beschrieben wird, für den die große Are und der Parameter, also die specielle Beschaffenheit der Curve, in der vorangesetzten Art, von a (als dem Abstande), von c (dem „Impulse," dem „Wurfe") und von e (der Gravitation), d. h. wie ich vorn sage, vom Verhältnisse dieser beiden Kräfte gegen einander abhängig sind.

Nun thue ich aber im Texte dar, daß derselbe, das Gesetz der planetarischen Centralbewegung darstellende Ausdruck zugleich die Bedingungen der „Wurfbewegung" enthält; und also muß auch die aus demselben fließende Folgerung der Abhängigkeit der speciellen Gestalt des zu beschreibenden Kegelschnittes vom Verhältnisse zwischen dem Impulse und der Gravitation, in Beziehung zum Abstande, nicht weniger ebenfalls für diese irdische „Wurfbewegung" gelten. — Davon mache ich nun oben die weitere Anwendung, für welche also erst das hier Vorgetragene als Einleitung und Begründung dienen soll.

Mithin ist der Weg horizontal oder schief geworfener Körper auf der Erdoberfläche paraboliſch*. — Betrachten wir erſtens den

Horizontalen Wurf.

Wird der Körper (wieder Fig. 1. Taf. XXVI.) von D aus horizontal mit der Geſchwindigkeit c geworfen, ſo beſchreibt er alſo eine Parabel, deren Scheitel in D und deren Parameter $= \frac{c^2}{g}$, d. i. $\left(g : c = c : \frac{c^2}{g}\right)$ die dritte Proportionallinie zum Fallraume ſchwerer Körper in einer Secunde, und der Geſchwindigkeit c. Da der Geſchwindigkeit c die Höhe $\frac{1}{4} \cdot \frac{c^2}{g}$ zugehört**, ſo iſt der Parameter auch das 4fache der, der Geſchwindigkeit im Scheitel D zugehörigen Höhe $\left(\frac{c^2}{g} = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{c^2}{g}\right)$, ein Satz, von welchem wir hinten die Anwendung ſehen werden.

Ich habe dieſe Sätze hier zunächſt aus der allgemeinen Theorie der Centralbewegung herleiten wollen, weil es mir, wie deßhalb gleich ſo ſorgfältig bevorwortet worden iſt, vorzüglich auf Darſtellung ihrer Verbindung mit derſelben ankam: denn wenn man bei der Wurfbewegung die jener Theorie gemäße Curve durch das geworfene irdiſche Körperchen z. B. den Stein, unter ſeinen Augen (vgl. hinten) nun wirklich entſtehen ſieht, ſo gibt man die Richtigkeit derſelben Theorie für den Lauf der Himmelskörper und die Nothwendigkeit der Annahme eines gleichen Wurfimpulſes für die Planeten, trotz des ungeheuren Größenunterſchiedes, leichter zu; man räumt, wohin ich, wie geſagt, eigentlich wollte, williger ein, daß der größte Planet bei ſeiner Centralbewegung doch ganz den nämlichen Geſetzen, wie das geworfene kleinſte Steinchen unterliege. — Sonſt laſſen ſich aber jene Sätze weit leichter auf folgende Art erweiſen. Tafel XXVI. Figur 2. werde ein Körper aus D mit der Geſchwindig-

* Für Leſer, welche ſo ängſtlich gewiſſenhaft ſind, als ich es ſelbſt bin, muß ich hier erſt noch einer Bedenklichkeit zuvorkommen.

Ich mache nämlich (Centralbewegung, S. 146) den Eintritt der „paraboliſchen“ Geſtalt für die Planetenbahn in der Gleichung: Große Axe $= \frac{4a^2e}{4ae - c^2}$, von einem ſolchen Wachſen der Geſchwindigkeit c abhängig, daß $c^2 = 4ae$, und alſo $4ae - c^2 = 0$ iſt, wogegen c bei der irdiſchen Wurfgeſchwindigkeit, bevorwortetermaßen, vergleichsweiſe immer nur ſehr unbedeutend gegen a (den Erdhalbmeſſer) ausfällt. Wie kann alſo, wird man mit Rechte fragen, in der nun, wo $e = g$, die Form: Große Axe $= \frac{4a^2g}{4ag - c^2}$ annehmenden Gleichung, c^2 je gleich $4ag$ werden? Allein wenn man, wie oben, c im Verhältniſſe zu a ſehr klein hat, ſo läßt ſich auch ſo verfahren, daß man c^2 gegen $4ag$ vernachläßiget, wodurch mithin Große Axe $= \frac{4a^2g}{4ag} = a$, d. h. Große Axe = ſehr groß erhalten wird, und welches demnach das nämliche Reſultat des Ueberganges in die Parabel gewährt.

** Wir haben aus Fall. S. 415. die Gleichungen $s = gt^2$ und $v = 2gt$, wo s den durchfallenen Raum, t die zugehörige Zeit, und v die erlangte Geſchwindigkeit bedeuten, g aber die Galileiſche Zahl (ſ. d. Art.) iſt. Daraus folgt $v^2 = 4g^2t^2 = 4gs$, und $s = \frac{1}{4}\frac{v^2}{g}$. Alſo gehört zur Geſchwindigkeit v die „Höhe“ $s = \frac{1}{4}\frac{v^2}{g}$; oder man hat, wenn, wie im Texte, $v = c$ geſetzt wird, die, der Geſchwindigkeit c zugehörige Höhe $= \frac{1}{4} \cdot \frac{c^2}{g}$; — ein Körper muß aus der Höhe $\frac{1}{4} \cdot \frac{c^2}{g}$ gefallen ſeyn, um die Geſchwindigkeit c zu haben; zur Erlangung einer Geſchwindigkeit von z. B. 25 Fuß in der nächſten Secunde, wird ein Fallraum von $\frac{1}{4}\frac{25^2}{15} =$ (nahe) 10 Fuß erfordert.

keit c in der Horizontallinie D N n ν geworfen. Mit dieſer Geſchwindigkeit würde er am Ende der Zeit t einen Raum D N = P M = c t zurückgelegt haben. In eben der Zeit aber hat ihn die Schwere (vergl. die voraufgehende Anmerkung) ſenkrecht durch einen Raum N M = g t² herabgetrieben. Mithin befindet er ſich am Ende der Zeit t in einem Puncte M, für welchen P M² = c² t², und N M = D P = g t², daher (für t² ſeinen Werth $\frac{DP}{g}$ ſubſtituirend) allemal P M² = $\frac{c^2}{g}$. DP*. Dieß iſt aber die Gleichung einer Parabel, deren rechtwinklige Coordinaten P M und D P aus dem Scheitel D auf der Axe D π genommen ſind und deren Parameter = $\frac{c^2}{g}$ iſt. Folglich liegen alle Puncte, durch welche der geworfene Körper, ſein Schwerpunct, geht, in einer ſolchen Parabel D M m μ.

Man pflegt Dieß in der Experimentalphyſik, deren Beiſtand zu der, in der angegebenen Art zu bewirkenden Verſtärkung einer aſtronomiſchen Ueberzeugung ich hier gern annehme, durch eigene Verſuche zu beſtätigen, in welcher Abſicht die ſogenannten paraboliſchen Maſchinen gebraucht werden, die ich anführen muß, weil man mir ſonſt einwenden könnte, daß die oben geforderte unmittelbare Beobachtung der paraboliſchen Geſtalt eines Wurfweges diejenigen Schwierigkeiten darbiete, weßhalb ich eben hieher verwieſen habe. Es wird nämlich zur ſinnlicheren Darſtellung der beim Wurfe entſtehenden Bahn das Brett A C π D (unſerer Figur 2. der Tafel XXVI.) nach der Geſtalt einer beliebigen krummen Linie A B D ausgeſchnitten und mit Elfenbein oder einer andern wohl geglätteten Materie ausgelegt, um das Reiben möglichſt zu vermeiden. Die bis hierher angewendete Krümmung kann ſeyn, wie ſie will; nur muß ſie am Ende D völlig horizontal auslaufen. Wenn man nun einen glatten ſchweren Körper, z. B. eine Metallkugel, von A aus auf A B D hinabfallen läßt, ſo wird dieſer Körper bei D eine horizontale Richtung D N (wie ſie hier gefordert wird) und diejenige Geſchwindigkeit haben, welche der lothrechten Höhe ſeines Falles A E zugehört.* Hat man ſodann an die Seite D π ein zweites rechtwinkliges Bret D ν μ π geſtellt, worauf die halbe Parabel D M m μ vom Scheitel D, Brennpunct π und vom (vgl. vorn, wo der betreffende Satz, mit Verweiſung hierher, beigebracht iſt) Parameter 4 A E gezeichnet iſt, ſo wird die von D aus nunmehr frei herabfallende Kugel denjenigen Weg nehmen, welchen dieſe Parabel vorſchreibt, und dieſe Kugel wird, wenn bei den Parabelpuncten M, m, μ, Ringe angebracht ſind, alſo durch dieſelben hindurchfliegen.**

* Vielleicht ſagt der nachſtehende, ſchon früher von mir angewendete Beweis dieſes für uns wichtigen Satzes manchen Leſern noch mehr zu. Seyen nämlich die beiden Coordinaten der Apolloniſchen Parabel C und C', ſo wird ihre Gleichung $C^2 = pC'$, oder $C = \sqrt{p}\,\sqrt{C'} =$ Const. $\sqrt{C'}$. Der Wurf gibt $C = ct$, $t = \frac{C}{c}$; der Fall gibt $C' = gt^2$, $t = \frac{\sqrt{C'}}{\sqrt{g}}$; daher $\frac{C}{c} = \frac{\sqrt{C'}}{\sqrt{g}}$, $C = \frac{c}{\sqrt{g}} \cdot \sqrt{C'} =$ Const. $\sqrt{C'}$, wie oben.

** Für Leſer, die dieſen intereſſanten und leicht anzuſtellenden Verſuch ſelbſt ausführen wollen, bemerke ich, daß Sie wegen des bei der obigen Theorie nicht be-

* Es iſt meinen Leſern nämlich aus Ihren phyſikaliſchen Studien über die „Theorie des Falles auf vorgeſchriebenen Wegen," welche Theorie ich unter unſerem aſtronomiſchen Geſichtspuncte in meinen Betrachtungen des Falles der Körper (vgl. d. A.) nicht verfolgen zu dürfen geglaubt habe, bekannt, „daß die Geſchwindigkeit eines fallenden Körpers, auf was für einem Wege (in was für einer Curve) er nun auch falle, an jeder Stelle derjenigen gleich iſt, welche der entſprechenden Fallhöhe (der lothrechten Höhe des Falles bis dahin) zugehört."

— Ein Planet aber — und ich komme absichtlich immer auf diese Analogie zurück — würde, wie parador es auch klingen mag, wofern (wieder Centralbewegung, S. 146.) der ihm ertheilte Impuls („Wurf"), von dessen Verhältnisse angeführtermaßen die specielle Gestalt der Curve abhängt, nur stark genug dazu gewesen wäre, ganz gewiß ebenfalls eine solche Parabel beschreiben, d. h. durch hinreichend große, parabolisch angeordnete Ringe hindurchfliegen.

Nimmt man auf der wagerechten Seite des Brettes $DN = Nn = n\nu$, d. h., da DN oben $= ct$ gesetzt ist, $Dn = 2DN = 2ct$ (der doppelten Zeit), $D\nu = 3DN$ u. s. w., so wachsen die lothrechten Linien NM, nm, $\nu\mu$ (Fall, S. 415.), wie 1, 4, 9; und wenn $D\pi = AE$ gesetzt wird, so ergibt sich nach den Eigenschaften der Parabel (der Kegelschnitte) $\pi\mu = 2AE$.* Daher werden die Abtheilungen $DN = Nn (= \frac{1}{3}\pi\mu) = \frac{2}{3}AE$; $DP (= NM) = \frac{1}{9}AE$, $Dp (= nm) = \frac{4}{9}AE$ u. s. w., woraus sich die Puncte M, m leicht ergeben.

Die Zeit t, in welcher der parabolische Bogen DM zurückgelegt wird, ist (da $NM = DP = gt^2$ und also $t^2 = \frac{DP}{g}$) $= \sqrt{\frac{DP}{g}}$; und für die Geschwindigkeit v an der Stelle M endlich findet man aus der Formel $v = \frac{ds}{dt}$ (Bewegung, S. 118.), $v^2 = c^2 + 4g \cdot DP$.**

Dieß ist die Theorie des „horizontalen Wurfes", welcher ich nun auch noch eine nähere Betrachtung des

Schiefen Wurfes,

worauf ich hier ebenfalls zurückkommen wollte und die meine Leser nicht weniger in Uebereinstimmung mit der planetarischen Centralbewegung, an welchem Nachweise mir, um es nochmals hervorzuheben, Alles liegt, finden werden.

Wird nämlich ein Körper vom Boden A (Fig. 1 der Tafel XXVI.) nicht in der Horizontallinie AB, sondern nach der Richtung AN, die mit AB den schiefen Winkel $NAB = \alpha$ macht und mit der anfänglichen Geschwindigkeit $= K$ geworfen; so läßt sich diese Geschwindigkeit in eine horizontale nach AQ und in eine verticale nach QN zerlegen. Jene ist (Zerlegung der Kräfte und Bewegungen) $= K \cdot \cos\alpha$, diese $K \cdot \sin\alpha$. Die erstere muß als von der Schwere weiter gar nicht afficirt angenommen werden: sie bleibt also ungeändert, und der steigende* Körper wird in der Zeit t, in welcher er mit der obigen Geschwindigkeit K nach N gelangt seyn würde, horizontal eben so weit, als wenn die Bewegung frei von jenem Einflusse wäre, fortgerückt seyn, d. h. er wird sich am Ende der Zeit t in der Verticallinie QN da befinden, wo $AQ = K \cdot \cos\alpha \cdot t$ ist. Der verticalen Bewegung durch $QN = K \cdot \sin\alpha \cdot t$. aber wirkt die Schwere gerade entgegen und bewirkt also, daß der Körper am Ende der Zeit t nicht in N (wohin

rücksichtigbaren Widerstandes der Luft die Kugel klein und schwer, die Ringe aber etwas groß nehmen müssen.

* Die Ordinate ($\pi\mu$) im Brennpuncte (π der Parabel) ist der Hälfte des Parameters (welchen wir oben $= 4AE$ gesetzt hatten) gleich (also, wie vorsteht, $= 2AE$).

** Man hat nämlich nach der höhern Geometrie die Gleichung $ds^2 = dx^2 + dy^2$. Nun ist hier $x = PM = ct$, $y = MN = gt^2$, also $dx = cdt$, und $dy = 2gtdt$, oder $dx^2 + dy^2 = ds^2 = dt^2(c^2 + 4g^2t^2)$. Durch Substitution dieses Werthes in die obige Formel $v = \frac{ds}{dt}$ oder $v^2 = \frac{ds^2}{dt^2}$, wird aber sogleich $v^2 = c^2 + 4g^2t^2$ erhalten; und da endlich $t^2 = \frac{DP}{g}$, so ergibt sich auch $v^2 = c^2 + 4g \cdot DP$, wie vorsteht. — Der Satz findet sich meistens ohne diese analytische Entwicklung vorgetragen, daher ich manchen Leser durch deren Hinzufügung zu verbinden hoffen darf.

* „Steigend" nämlich muß der Körper natürlich immer gedacht werden.

er ohne diese gleichzeitige Gegenwirkung gelangt wäre), sondern etwas tiefer, und zwar um so viel tiefer, etwann in M ist, als der Raum $NM = gt^2$, durch welchen die Schwere den Körper während der Zeit t niedertreibt, erfordert. Diese Stelle M nimmt also der Körper am Ende der Zeit t im Raume wirklich* ein; und man hat demgemäß für dieselbe

$AQ = K \cdot \cos\alpha \cdot t$, und

$QM = QN - NM = K \cdot \sin\alpha \cdot t - gt^2$.

Für die Stelle B, wo der geworfene Körper den horizontalen Boden AB wieder erreicht, wird $QM = 0$, mithin

$K \cdot \sin\alpha = gt$, und $t = \frac{K \cdot \sin\alpha}{g}$.

Substituirt man diesen Werth von t in der Formel für AQ, welches sich für die Stelle B in AB verwandelt, so erhält man die „Weite des Wurfs“**

$$AB = \frac{K^2 \sin\alpha \cdot \cos\alpha}{g} = \frac{K^2 \cdot \sin 2\alpha}{2g}.***$$

Für die Stelle D, wo der Körper die größte Höhe über dem Boden erreicht, oder wo QM also ein Maximum wird, muß das erste Differential von QM, oder also $K \cdot \sin\alpha \cdot dt - 2gtdt = 0$ seyn. Hieraus folgt $t = \frac{K \cdot \sin\alpha}{2g}$,† oder* halb so groß, als für die Stelle B. Dieß in der Formel für AQ, welches sich hier in AE verwandelt, substituirt, gibt

$$AE = \frac{K^2 \sin\alpha \cdot \cos\alpha}{2g} = {}^1/_2\ AB$$

= der halben Weite des Wurfs; und in der Formel für QM dessen Maximum, d. h. die gesuchte größte Höhe über dem Boden, nämlich

* Der von der Schwerwirkung unbehindert gedachte schiefe Wurf würde den Körper während der Zeit t, in den Schiefen AN, nach N geführt haben; die vertical agirende Schwere treibt ihn in eben der Zeit durch die Senkrechte NM; — und er befindet sich also am Ende dieser Zeit t wirklich in einem Puncte M, dessen Lage nun durch die obigen Gleichungen eben näher bestimmt wird.

** Ich erinnere daran, daß hierunter eben die horizontale „Weite“ verstanden wird, welche dem wirklichen Wurfwege, hier ADB, entspricht.

*** Indem $\sin\alpha \cdot \cos\alpha = \frac{\sin 2\alpha}{2}$.

† Das zweite Differential von QM ist $= -2gdt^2$, folglich immer negativ; daher entspricht dem im Texte gefundenen Werthe von t nach den bekannten Sätzen wirklich ein Maximum.

* Dieß Wort „oder“ ist das letzte, das aus des Theuern, Unvergeßlichen Feder geflossen: das letzte, welches die nimmer müde auf diesem Sterne, den man Erde nennt, geschrieben. Da legte er sich hin, und nach einem kurzen bangen Traume war er nicht mehr: und von seinen Augen gefallen waren die Schleier, die Schranken und Banden, über die hinaus er so oft sich gesehnt hatte: gelöst war auf einmal das Räthsel, das schon den Jüngling, das den Mann, wie den Greis, mit schmerzlicher Rastlosigkeit beschäftigt und geängstigt hatte; er war entschwebt in das Land seiner Sehnsucht, zu dem er von je in so innigem Bezuge gestanden, und erreicht war der Stern, der von vier Monden umkreiste, dessen diamantner Schimmer seinen ganzen irdischen Wandel mit mildleuchtendem Nimbus bethaut. — Es war Montag am 31. Januar 1848 Abends 7 Uhr, da er dieß Wort, ach! ein verhängnißvolles geschrieben, und schon Sonntag am 6. Februar Mittags 12 ½ Uhr war die rastlose Hand erstarrt: die Lippen, über die nur Worte der Milde, der Liebe und der Versöhnung geflossen, verblichen, und sein Fuß wandelte nicht mehr da, wo die Lebendigen wandeln. —

Freitags den 11. Februar Morgens trugen sie ihn hinaus in das einsame stille Haus, in das noch stillere „Still-Leben:“ ihn, den ewig zu Beweinenden, den Vollendeten, den Glücklichen, der grau geworden im Dienste des Staates, der jung geblieben im Umgange mit den Musen, den Unsterblichen im Dienste der reinsten Humanität. Er erreichte das Alter von 68 Jahren drei Monaten und zwölf Tagen.

Dr. Woldemar Nürnberger
(M. Solitaire).

$$DE = \frac{K^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g} - \frac{K^2 \cdot \sin^2 \alpha}{4g} = \frac{K^2 \cdot \sin^2 \alpha}{4g}.$$

Was die vom Körper (seinem Schwerpuncte) beschriebene Linie (die Bahn) anbelangt, so folgt schon aus den vorausgeschickten allgemeinen Betrachtungen aller Wurfbewegungen, daß solche auch hier eine Parabel sey. Will man jedoch diese Curve auf rechtwinklige Coordinaten beziehen, die Verticale EC zur Abscissen-, und eine im höchsten Puncte D, als Ursprung, horizontal gezogene Gerade* zur Ordinaten-Axe annehmen, so wird für einen beliebigen Punct M

$$x = DP = DE - PE = DE - QM = \frac{K^2 \sin^2 \alpha}{4g} - K \cdot \sin \alpha \cdot t + gt^2,$$

$$y = PM = QE = AE - AQ = \frac{K^2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{2g} - K \cdot \cos \alpha \cdot t,$$

$$y^2 = \frac{K^4 \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha}{4g^2} - \frac{K^3 \sin \alpha \cdot \cos^2 \alpha \cdot t}{g} + K^2 \cos^2 \alpha \cdot t^2 = \frac{K^2 \cos^2 \alpha}{g} \left(\frac{K^2 \sin^2 \alpha}{4g} - K \sin \alpha \cdot t + gt^2 \right)$$

d. h. durch Substitution

$$y^2 = \frac{K^2 \cos^2 \alpha}{g} x.$$

Dieß ist aber die Gleichung einer Parabel, welche ihren Scheitel in D und einen Parameter $= \frac{K^2 \cos^2 \alpha}{g}$ hat (vergl. den Art. Parabel im 2. Band S. 246). Es wird daher beim schiefen Wurfe mit der Anfangs-Geschwindigkeit K dieselbe Parabel beschrieben, deren Hälfte DB beim horizontalen Wurfe von D aus mit der Geschwindigkeit $c = K \cos \alpha$ beschrieben worden wäre (wo α den Winkel der ursprünglichen Richtung des schiefen Wurfs mit der Horizontallinie, den Elevations-Winkel, bedeutet), und welcher nach dem Vorhergehenden ein, dem 4fachen der der Geschwindigkeit $K \cos \alpha$ entsprechenden Höhe gleicher Parameter zugehört. Da nun der Brennpunct (F) einer Parabel (vergl. wieder diesen Art.) vom Scheitel (D) um $^1/_4$ des Parameters absteht, so folgt aus dem eben Gesagten, daß dieser Abstand (DF) im gegenwärtigen Falle derjenigen Höhe selbst gleich ist, welche der Geschwindigkeit c oder (hier) $K \cos \alpha$ entspricht.

Die Zeit t, binnen welcher der Körper den parabolischen Bogen AM zurücklegt, ist (da $AQ = K \cdot \cos \alpha \cdot t$) $= \frac{AQ}{K \cos \alpha}$; also, weil K und α stets denselben Werth behalten (konstante Größen sind), AQ proportional, und die ganze, zur Durchlaufung von ADB nöthige Zeit die Wurfdauer $= \frac{AB}{K \cos \alpha}$ oder mit Rücksicht auf den obigen Werth von AB $\left(\text{nämlich } \frac{K^2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{g} \right) = \frac{K \sin \alpha}{g}$, wie wir schon früher auf einem andern Wege gefunden haben.*

Was nun endlich die Geschwindigkeit v des geworfenen Körpers für den Punct M in der Richtung der Tangente betrifft, so ist dieselbe aus der horizontalen Geschwindigkeit $K \cos \alpha$ und der verticalen $K \sin \alpha - 2gt$** zusam-

* Diese horizontale Gerade wurde in der Figur weggelassen, um Letztere nicht zu sehr mit Linien zu überladen, und sich der Leser leicht eine durch D parallel mit AB, also senkrecht auf CE, gezogene Gerade hinzu denken kann.

* Diese „Wurfdauer" ist derjenigen Zeit gleich, in der der Körper die Horizontale AB mit der konstanten Geschwindigkeit $K \cos \alpha$ durchlaufen würde. Denn man hat bei gleichförmigen Bewegungen allgemein: Zeit $= \frac{\text{Raum}}{\text{Geschwindigkeit}}$, also hier Zeit $= \frac{AB}{K \cos \alpha} =$ der Wurfdauer.

** Es entspricht nämlich dem Puncte M die horizontale Gerade $AQ = K \cos \alpha \cdot t$, und die verticale $QM = K \sin \alpha \cdot t - gt^2$; daher auch die horizontale Geschwindigkeit $\frac{dAQ}{dt} = K \cos \alpha$,

mengesetzt. Mithin ist (vergl. Zusammensetzung der Kräfte und Bewegungen)

$$v^2 = K^2\cos^2\alpha + (K\sin\alpha - 2gt)^2$$
$$= K^2\cos^2\alpha + K^2\sin^2\alpha - 4gK\sin\alpha\,.\,t + 4g^2t^2$$
$$= K^2\cos^2\alpha + 4g\left(\frac{K^2\sin^2\alpha}{4g} - K\sin\alpha\,.\,t + gt^2\right)$$
$$= K^2\cos^2\alpha + 4g\,DP$$ (nach der obigen Formel)

und die ihr entsprechende Höhe

$$= \frac{v^2}{4g} = \frac{K^2\cos^2\alpha}{4g} + DP = \tfrac{1}{4}\,\text{Parameter} + DP = DF + DP.$$

Da man aber vermöge der Eigenschaften der Parabel stets $DF + DP = FM$ hat,* so ist für jeden Punct M, den der geworfene Körper zu irgend einem Augenblicke einnimmt, die aus dem Brennpunct F nach jenem Punct gezogene Gerade FM derjenigen Höhe gleich, welche der Geschwindigkeit v des Körpers in M entspricht.** Hiernach ist AF die

und die vertikale $\frac{dQM}{dt} = K\sin\alpha - 2gt$.

* Um den Beweis dieser Gleichung hier nicht fehlen zu lassen, suchen wir, solche aus der Gleichung der Parabel $y^2 = \frac{K^2\cos^2\alpha}{g}\,.\,x = 4\,DF\,.\,x$ herzuleiten. Zu diesem Behufe setzen wir für y^2 und x resp. deren Werth $MP^2 = MF^2 - PF^2 = MF^2 - (DF - DP)^2$ und DP. Dann ergibt sich

$$MF^2 - (DF - DP)^2 = 4\,DF\,.\,DP$$

oder

$$FM^2 = (DF - DP)^2 + 4\,DF\,.\,DP = (DF + DP)^2,$$

oder, wenn man auf beiden Seiten die Quadratwurzel auszieht, $FM = DF + DP$.

** D. h. mit andern Worten: Wenn der Körper in M anlangt, so ist seine Geschwindigkeit genau eben so groß, als wenn er von einer Höhe = FM vertikal herunter gefallen wäre. Sei z. B. FM = 10 Fuß, so wird die Geschwindigkeit in M (vergl. vorn die Anmerk. auf S. 734 dieses Bandes) = (nahe) 25 Fuß; der Körper würde, wenn hier plötzlich die Schwerkraft auf ihn zu wirken aufhörte, in jeder Secunde 25 Fuß geradlinig nach der Richtung der Tangente bei M durchlaufen.

Höhe, welche der anfänglichen Geschwindigkeit K zugehört, und da ferner alle Puncte des Bogens ADB in Bezug auf die Axe DE symmetrisch liegen, demnach jeder Geraden FM auf der andern Seite dieser Axe eine ihr gleiche Fm, also auch eine gleiche Geschwindigkeit entspricht: so nimmt diese Geschwindigkeit von D bis B genau eben so zu, als sie von A bis D abgenommen hatte,* und ist im Puncte B selbst eben so groß als in A, oder es erreicht der Körper den Boden in B mit derselben Geschwindigkeit, mit welcher er von A ausgegangen war.

Das Vorhergehende dürfte für unsern Zweck, die Analogie zwischen Wurf- und planetarischer Centralbewegung nachzuweisen, und die Hauptsätze aus der Theorie der Erstern zu entwickeln, genügen. In der That besteht, um es kurz zu resumiren, der wesentlichste Unterschied zwischen der Bewegung eines irdischen „geworfenen" Körpers (abgesehen vom Widerstande der Luft) und der eines Planeten, Kometen u. s. w. darin, daß auf Erstern eine konstante Kraft (die örtliche Schwere), stets parallel mit sich selbst wirkend, angenommen wird; während die auf Letztern ihren Einfluß ausübende Gravitation gegen den Centralkörper gerichtet, und von der Entfernung dieses Centralkörpers abhängig, also veränderlich ist. Die vollständige Auseinandersetzung der Wurfbewegung aber gehört in die „Ballistik," oder „die Lehre von den geworfenen Körpern„ wo auch auf den Widerstand der Luft

* Nach dem obigen Theorem nimmt nämlich die Geschwindigkeit offenbar mit der Geraden FM zugleich zu und ab, ist daher in A und B am größten und in D am kleinsten. Dieß folgt auch unmittelbar aus dem für v^2 gefundenen Werthe $K^2\cos^2\alpha + 4g\,DP$, welcher für $DP = 0$, also im Puncte D ein Minimum wird.

nothwendigerweise Rücksicht genommen werden muß, und welche man in allen Lehrbüchern der Mechanik mehr oder weniger ausführlich vorgetragen findet.

Wurm'sche Reihe; einen lateinischen und französischen Ausdruck werden sich die Leser leicht selbst bilden. Die nach dem nun verewigten Professor Wurm zu Stuttgart mit diesem Namen belegte Progression der mittleren Planeten-Entfernungen von der Sonne. Schon Kepler bemerkte, als er die verschiedenen Abstände der zu seiner Zeit bekannten sechs Planeten* näher untersuchte, daß sie sämmtlich der Reihe nach sehr nahe durch die Zahlen 4, 7, 10, 16, 52, 95 dargestellt werden könnten, welche Zahlen ein bestimmtes und leicht erkennbares Gesetz befolgen, indem man 7 = 4 + 3, 10 = 4 + 2mal 3, 16 = 4 + 4mal 3, 52 = 4 + 16mal 3, 95 = (nahe) 4 + 32mal 3 hat; wo nur zwischen den beiden Planeten, deren Entfernungen durch 16 und 52 ausgedrückt worden, nämlich zwischen Mars und Jupiter, jenes Gesetz unterbrochen wird, und das Glied 4 + 8mal 3 = 28 fehlt. Diese schöne Entdeckung nahm nach Kepler zuerst der uns aus dem Art. Kometen, I. B. S. 923 und vielen andern Stellen dieses Werkes bekannte Lambert, dann aber vorzüglich der Berliner Hofastronom Bode wieder auf, welcher oftmals die Bemerkung aussprach, daß der Raum zwischen den Planeten Mars und Jupiter auffallend groß, und daher wahrscheinlich ein wegen seiner Kleinheit noch nicht aufgefundener Planet daselbst vorhanden sey.**

Als nun vollends im Jahr 1781 der berühmte Herschel den Uranus (vgl. d. Art.) entdeckte, und dessen mittlere Entfernung von der Sonne = 196 = 4 + 64mal 3, also gleichfalls dem obigen Abstands-Gesetze gemäß, gefunden wurde, steigerte sich die Hoffnung und das Bemühen der Astronomen, auch die einzige Lücke in jenem Gesetze durch wirkliche Entdeckung des vermutheten Planeten auszufüllen. Da man denselben nur von geringer Größe voraussetzen mußte, so war eine genaue Untersuchung und wiederholte Beobachtung der kleinern Sterne nothwendig, welche Arbeit mehrere Astronomen auch sofort unternahmen, und am 1sten Januar 1801, also in der ersten Nacht des jetzigen Jahrhunderts, entdeckte Piazzi die Ceres, sodann am 28. März 1802 Olbers die Pallas, am 1. September 1804 Harding die Juno und am 29. März 1807 abermals Olbers die Vesta (vergl. die Einzel-Artikel und Planetoiden), welche Gestirne sämmtlich den vorausgesetzten Ort beiläufig einnahmen, und man dergestalt statt Eines Planeten jetzt deren vier gefunden hatte.*

Schon nach der Entdeckung der Pallas war Olbers durch den Umstand, daß die Bahn dieses Planetoiden und die Ceres-Bahn, da die halben großen Axen derselben nahe gleich sind, wie zwei Reifen in einander stecken, auf eine sehr sinnreiche Hypothese geführt worden. Er meinte nämlich, da zwischen Mars und Jupiter nach Keplers Vermuthung ein größerer Planet die Sonne in der mittleren Entfernung = 28 umkreiste, und wir jetzt nur noch sehr kleine Planetchen daselbst wahrnähmen, so wäre es wahrscheinlich, daß die Letztern Bruchstücke jenes Erstern seyen, der durch den Stoß eines äußern Körpers oder durch andere Naturkräfte in mehrere Theile zersprengt worden. Man würde demnach außer der Ceres und Pallas wohl noch mehrere planetarische Trümmer auffinden, welche bei ihren Umläufen immer nahe durch den niedersteigenden Knoten der Pallasbahn auf der Bahn der Ceres gehen, und also in der Nähe dieses Knotens aufgesucht werden müßten. Diese Olbers'sche Hypothese, welche Lagrange in der

* Nämlich Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter und Saturn.

** Ueber eine ganz gleichlautende Vermuthung des Königsberger Weltweisen vgl. die Anmerk. zum Art. Ceres, S. 165 des ersten Bandes.

* Eine detaillirte Erzählung dieser Entdeckung findet man in der vortrefflichen „Geschichte der Astronomie vom Anfange des 19. Jahrhunderts bis zu Ende des Jahres 1842 von G. A. Jahn." Leipzig, 1844, 2 Bde. gr. 8.

Connaissance des Temps, 1814, sogar zu beweisen versuchte, wurde durch die Entdeckung der Juno noch wahrscheinlicher, und als nun Olbers selbst die von ihm angegebenen Gegenden des Himmels, ganz besonders aber die Sternbilder Wallfisch und Jungfrau, mit einer ungemein seltenen Ausdauer durchforschte, war er so glücklich, seine Bemühungen glänzend belohnt zu sehen, und den vierten Planetoiden, die Vesta, zu entdecken. Dieser Fund, sagt Littrow, war daher nicht, wie so viele andere, bloß dem blinden Zufalle zuzuschreiben, sondern das Glück wurde durch Ueberlegung herbeigeführt, und es läßt sich darauf mit Recht die schöne Stelle des alten Dichters anwenden:

Οὐ τύχης, οὐκ ἀρετῆς, ἀλλ' ἀρετῆς εὐτυχομένης.

Nicht dem Glücke, nicht dem Verdienst, sondern dem glücklichen Verdienst.

Welchen Triumph würde der ehrwürdige Olbers aber erst gefeiert haben, wenn es ihm vergönnt gewesen wäre, eine abermalige Bestätigung seiner Hypothese in der neuesten Zeit durch die Auffindung von vier neuen „planetarischen Trümmern" zu erleben! Am 8. December 1845 nämlich entdeckte Hencke zu Driesen, ein eifriger Verehrer der Sternkunde, die Asträa (vergl. Planetoiden, 2. Bd. S. 326), am 1. Juli 1847 derselbe die Hebe; ferner der englische Astronom Hind die Iris am 13. August, und die Flora* am 18. October 1847, alle 4 Planetoiden wiederum nahe den mehrmals genannten Ort einnehmend. Möge daher der Engländer Herschel (der Jüngere), ein Gegner der Olbers'schen Ansicht, immerhin spöttisch die Bemerkung machen: „This may serve as a specimen of the dreams, in which astronomers, like other speculators, occasionally and harmless indulge" — wir antworten ihm mit dem deutschen Schriftsteller Lichtenberg: daß man die Leute, und das, was in ihnen ist, oft sehr gut aus ihren Träumen erkenne.

Die Elemente der drei ersten dieser neuen Planetoiden sind bereits (nämlich die der Asträa im Art. Planetoiden, S. 327, und der Hebe und Iris im Art. Vesta, S. 654 und 655 dieses Bandes) angeführt. Zur Vervollständigung geben wir daher auch nach den „Astronomischen Nachrichten," Nro. 623, die

Elemente der Flora.

1848. Januar 0. Mittler. Greenw. Mittag.

Mittlere Länge (M)	68° 27′ 47″	m. Aeq. 1848, Jan. 0.
Länge des Perihels (π)	32° 48′ 45″	m. Aeq. 1848, Jan. 0.
Länge des aufsteigenden Knotens (Ω) .	110° 19′ 6″	m. Aeq. 1848, Jan. 0.
Neigung der Bahn (i)	5° 52′ 48″	
Excentricitätswinkel (φ)	9° 1′ 26″	
Logarithmus der halben großen Axe (log a), die der Erdbahn = 1, ...	0,34261,	
Mittlere tägliche Bewegung (μ)	1086″66.	

Endlich ist unsern Lesern schon aus den Art. Perturbationen und Planeten (2. Bd. S. 311 u. S. 327 flgd.) die scharfsinnige Entdeckung des Neptun durch Leverrier bekannt, welchen glänzenden Bereicherungen zufolge die

* In einem Schreiben an den Herausgeber der „Astronomischen Nachrichten" unter dem 12. October 1847 schlägt der Baronet Herschel für den nächsten zu entdeckenden Planetoiden den Namen Flora vor, ohne zu wissen, daß sein Vorschlag schon 6 Tage nachher in Betracht kommen könne. Er sagt am Schlusse der darauf bezüglichen Stelle seines Briefes: *Pallas, Juno, Ceres* and *Vesta*, as sober and majestic Duennas will abundantly provide for the respectability of the groupe between Mars and Jupiter, while *Astraea, Iris, Hebe* and *Flora* will attract all eyes and fill all imaginations with sweet and gracefull images"

„Wurm'sche Reihe," statt wie zu Keplers Zeiten aus sechs, heute vielmehr aus sechszehn Gliedern besteht, deren Gesetz * durch keine Lücke mehr unterbrochen wird. Wir lassen nun diese merkwürdige Reihe in der angegebenen Ausdehnung folgen, indem wir nur noch bemerken, daß jedes Glied derselben mit 2 Millionen multiplicirt werden muß, um die mittlere Entfernung von der Sonne in Meilen zu erhalten. Dann fügen wir rechts diese mittlere Entfernung, wie sie die Beobachtung gibt, hinzu, um deren nahe Uebereinstimmung mit der „Wurm'schen Reihe" zu zeigen, und setzen links das astronomische Zeichen (vgl. den Art. Zeichen, astronomische) des Planeten (oder Planetoiden).

Mittlere Entfernung von der Sonne.

		Nach der Wurm'schen Reihe.	Nach der Beobachtung (die mittl. Entf. d. Erde = 10).
☿	Merkur	4	3,870938
♀	Venus	4 + 3 = 7	7,233317
♁	Erde	4 + 2 . 3 = 10	10,000000
♂	Mars	4 + 4 . 3 = 16	15,236910
⚳	Vesta		23,61
⚘	Flora		23,67
☆	Iris		23,78
☽	Hebe		24,37
☆	Asträa	4 + 8 . 3 = 28	25,80
⚵	Juno		26,69
⚳	Ceres		27,71
⚴	Pallas		27,73
♃	Jupiter	4 + 16 . 3 = 52	52,027911
♄	Saturn	4 + 32 . 3 = 100	95,388500
♅	Uranus	4 + 64 . 3 = 196	191,823890
♆	Neptun	4 + 128 . 3 = 388	300,080000. **

Diese sechszehn Hauptplaneten mit ihren Monden bilden den Inhalt eines lateinischen Festgedichts, welches der Herr Pfarrer J. H. Fleischhauer dem nun in das Jenseits hinübergegangenen Auctor dieses Werkes zu dessen fünfzigjährigem Amts-Jubiläum (am 12ten December 1847, gerade 8 Wochen vor dem Todestage) übersandte. *** Wir glauben im Geiste des Verblichenen zu handeln, wenn wir den Lesern diese Verse mittheilen, und zugleich eine freie Uebersetzung derselben hinzufügen:

* Dieses Gesetz besteht nämlich darin, daß die mittlere Entfernung (halbe große Axe) des n ten Planeten (die 8 Planetoiden für Einen den fünften gezählt) = 4 + 2 n − 2 . 3 ist, wo für den Factor 2 n − 2, sobald n − 2 negativ wird, Null gesetzt werden muß.

** „Dürfte man wohl die Vermuthung aussprechen," sagt der Leipziger Astronom Jahn in seiner vorn erwähnten Geschichte der Astronomie, S. 2, „daß dieses merkwürdige Gesetz kein Werk des Zufalls, sondern vielmehr auf eine physische Ursache begründet sey? Wir wissen nicht, ob diese Frage schon ein Mal und von wem aufgeworfen worden ist. Oder steht die geometrisch-arithmetische Progression, welche in den mittlern Distanzen der Planeten von der Sonne unverkennbar herrscht, mit dem dritten Kepler'schen Gesetze vielleicht, wenigstens indirect, in Verbindung?"

Hoffen wir, daß die Zukunft diese Frage beantworten, und dereinst ein neuer Newton die Wurm'sche Reihe aus einem allgemeinern Himmelsgesetze theoretisch herleiten werde!

*** Vergl. d. Art. Planeten (2. Bd. S. 321). Die daselbst befindlichen Verse konnten jedoch nur das Sonnen-System, wie es damals bekannt war, umfassen.

Systema solare,

quod nostri temporis astronomia docet.

Mercurius primus; *Venus* altera; tertia *Tellus*;
Mars quartus; tunc per tot saecula quae latuere,
Illae inter sese mire junctae sorores,
Quas Vigiles coeli spectant: *Flora, Iris* et *Hebe*
*Vesta*que, tunc *Pallas Juno*que, *Astrae Ceres*que.
Si quaeris, qui sint feliciter has speculati? —
*Hindius Hardingus*que, *Piazzius, Henckius, Olbers.*
Jupiter insequitur, vasto omnes corpore praestans,
Dein priscus *Saturnus* et *Uranus Herschelianus,*
Quos ambit grandi *Neptunus* ab Arte repertus;
Gallius in coelo novit, mirabile dictu,
Quod *Leverrierus* Gallus ratione putarat.
Ergo in stelligero *Terrae* sunt *sedecim* Olympo.
Sed quoque fulgentes lunae sunt hisce planetis:
Tellurem nostram comitatur *Luna* satelles,
Atque *Jovi* rutilo *custodes quattuor adstant,*
Septem Saturno, quem et *triplex annulus* ornat;
Cingitur a *lunis* tandem sex *Uranus* exter.
Ecce *novem lunas* numerat *bis* — *Phoebus Apollo.*
Num sint *Neptuno comites*, quis noscere possit?! —
Coelum at linquentes metam properemus ad ipsam!
Vir Venerande, — mihi Tua nam clementia nota est, —
Versiculos hos incomtos hilari accipe fronte!
Anne Tuas blando describam carmine laudes? —
En, Tua laus floret, — spatio non clauditur ullo.
Sit Deus Omnipotens semper Tibi comis Amicus,
Donec inhumanae Parcae Tua fila resolvent;
Tunc placida et mollis Mors Te bene ducat ad Astra,
Quae vivus jam saepe sagaci animo peragrasti.

Ueberſetzung vom Dr. E. F. Vogel.*

Das Planeten-Syſtem,

wie die gegenwärtige Zeit daſſelbe kennt.

Merkur führt an den Reigen, ihm folgt die Venus nach;
Dann iſt's der Erd-Planet, der eine Bahn ſich brach,
Und weiterhin wälzt Mars ſich an des Himmels Raum.
Acht Schweſtern folgen nun, die am azurnen Saum
Der Forſcher ſpähend Heer zu unſrer Zeit entdeckt,
Obſchon ſie ehedem beharrlich ſich verſteckt:
Die Flora nenn' ich Dir, die Iris, Hebe dann;
Die Veſta kommt hierauf, die Pallas und der Juno Licht,
Das vor Aſträa noch und Ceres zu uns ſpricht.
Piazzi hat hiebei mit Olbers ſich vereint;
Und Hind und Harding, ſammt dem deutſchen Sternenfreund,
Sammt Hencke, haben ſtets den Himmel ſcharf bewacht,
Bis ſie die Schweſtern all' entdeckt in dunkler Nacht.

* Aus den in Leipzig erſcheinenden „Wöchentlichen Unterhaltungen für Dilettanten und Freunde der Aſtronomie, Geographie und Witterungskunde." Redacteur Dr. G. A. Jahn.

Es folgt am Himmelsplan der große Jupiter,
Nach diesem schreitet ernst Saturnus gleich einher;
Und an den Uranus, den Herschel einst gefunden,
Schließt sich Neptunus an, das Kind der jüngsten Stunden,
Die Gall' mit Forschergeist dem Himmelsraum geweiht,
Indeß Leverrier sich seiner Rechnung freut.
Doch zeigt uns der Olymp, von unten aus gesehn,
Sechszehn Planeten auch, die stolz am Himmel stehn,
So ist geschlossen doch der Wandelsterne Zahl
Noch nicht; im großen Wolkensaal
Gibt außerdem der Mond der Erde das Geleit,
Und um den Jupiter, der hoch im Glanz gedeiht,
Sind schon der Diener vier, und sieben um Saturnus,
Der in zwei Ringen schlägt um sich den Feuer-Burnus.
Ja, selbst der Uranus, in weit entlegner Ferne,
Sechs Monde zieht er nach, sechs beigegebne Sterne.
Monde sind zweimal neun demnach am Himmel verbreitet;
Auch Neptun wird vielleicht von ähnlichen Sternen begleitet.
Was die Forscher erkannt in des Himmels unendlicher Ferne,
Das, Verehrter, liegt klar vor Dir, dem Kenner der Sterne;
Schau' noch lange empor zur lichten Glanz-Bahn dort oben,
Bis ein höherer Wink zu ihr Dich selbst einst erhoben!

B.

Zahl, Galilei'sche, s. Galilei'sche Zahl.

Zahl, goldene, s. Goldene Zahl.

Zeichen, astronomische; Signa astronomica; *Signes astronomiques.* Die von den Astronomen zur Andeutung häufig stattfindender Erscheinungen, oder auch zur Abkürzung oft vorkommender Benennungen gewählten Symbole. Ohne uns auf eine nähere Untersuchung über die Bedeutung dieser Symbole einzulassen, welche theils von selbst verständlich, theils, als aus uralten Zeiten stammend, vielleicht entstellt zu uns gekommen, auf keine Weise mehr zu entziffern sind, werden wir im gegenwärtigen Artikel eine Uebersicht der gebräuchlichsten dieser Zeichen geben, mit alleiniger Ausnahme der „Zeichen des Thierkreises," auf welche wir in einem besonderen Artikel (dem unmittelbar folgenden) zurückkommen.

Was zuvörderst die Planeten betrifft, so sind die „astronomischen Zeichen" derselben, außer in den jedem Einzelnen gewidmeten Art., vollständig in Wurm'sche Reihe S. 742 angegeben*, mithin deren Wiederholung hier überflüssig. Ein Gleiches gilt von den Wochentagen, deren Bezeichnung sich im Artikel Woche vorfindet.

Das Zeichen der Sonne ist ☉, des Mondes ☾ und den Configurationen (Aspecten, vergl. den Artikel) entsprechen die Symbole

☌ Conjunktion,
☍ Opposition,

* Rücksichtlich der 4 neuen Planetoiden hat der Professor Encke das Zeichen der Asträa (ein umgekehrter Anker, der im Familien-Vetschaft des Entdeckers Hencke enthalten ist), Hofrath Gauß Name und Zeichen der Hebe (eine Schale), Hind selbst das Zeichen der Iris (ein Regenbogen, durch die Linie des Horizonts begrenzt, mit einem Sterne im Halbkreise) und John Herschel (vgl. die Anmerkung auf S. 741) Name und Zeichen der Flora gewählt.

Das Zeichen des Neptun (ein Dreizack) wurde ebenfalls von Leverrier selbst vorgeschlagen.

△ Gedritt- oder Trigonalschein,
□ Quadratur,
⚹ Gesechst- oder Sextilschein.

Es wird z. B. die Conjunktion von Merkur und Jupiter durch ☿ ☌ ♃ angedeutet.

Die Bezeichnungen der Mondphasen (vergl. den Artikel) sind

● Neumond. ○ Vollmond.
◐ Erstes Viertel. ◑ Letztes Viertel.

Den aufsteigenden Knoten bezeichnet man durch ☊ und den niedersteigenden durch ☋.

Gerade Aufsteigung (Ascensio recta) wird durch A R., Abweichung (Declinatio) durch D. oder auch durch Decl. angedeutet.

Ein + vor der Abweichung oder Breite eines Gestirns besagt, daß diese Abweichung oder Br. nördlich, ein — daß sie südlich ist.

Das Zeichen des Grades ist °, der Stunde h, der Minute ′, der Secunde ″, der Tertie ‴ u. s. w.

Die Constellationen der Jupiterstrabanten sind in Gruithuisen's Jahrbuch so angegeben, wie man sie durch ein astronomisches Fernrohr, wo Osten rechts und Westen links liegt, erblickt. Es will demnach z. B. 1841. 23. November 23h 46′ 38″ (3 2 4 1 4) sagen, daß zu dieser Zeit der 1. Mond östlich, der 2. westlich vom Jupiter, der 4. östlich vom 1. und der 3. westlich vom 2. erscheint. Steht für einen Mond ein schwarzer Punkt •, z. B. (3 2 • 4 4) so bedeutet dies, daß sich der Mond hinter der Jupitersscheibe befindet, verfinstert wird (vgl. Finsternisse 1. Bd. S. 536), und ein Ringelchen ○, z. B. (2 ○ 4 3 4) zeigt an, daß der entsprechende Mond vor dem Jupiter vorüber geht, den Letzteren verfinstert.

Für einen Kometen steht in Schumacher's „Astronomischen Nachrichten" das Zeichen ☄, und die Elemente der Bahn sind daselbst folgendermaßen bezeichnet:

M Mittlere Länge.
π Länge des Periheliums.
Ω Länge des aufsteigenden Knotens.
i Neigung (Inclinatio) der Bahn.
φ Excentricitätswinkel.
e Excentricität.
a Halbe große Axe.
μ Mittlere tägliche Bewegung.

Dies wären etwann die gebräuchlichsten dieser „astronomischen Zeichen," von denen, wenn sich dieselben gleich theilweise schon in den entsprechenden Artikeln angeführt finden, dennoch eine gedrängte Zusammenstellung den Lesern nicht überflüssig erscheinen dürfte. Es fehlen demnach zur Vervollständigung des Artikels nur noch die schon Eingangs desselben, mit dem Versprechen, ihnen einen besonderen Art. zu widmen, vorbehaltenen

Zeichen des Thierkreises, Zeichen der Ekliptik, himmlische Zeichen; Signa coelestia, Dodecatemoria; *Signes du Zodiaque, signes célestes.* So werden die zwölf Theile genannt, in welche die Astronomen schon im grauen Alterthume den Thierkreis und die Ekliptik eingetheilt haben. Die größtentheils von Thieren (Widder, Stier u. s. w.) entnommenen Namen und Charaktere dieser „Zeichen" finden unsere Leser in der Ordnung, wie sie auf einander folgen, im Art. Ekliptik (1. Bd. S. 297), eine Deutung jedes Einzelnen derselben aber im Thierkreis (2. Bd. S. 579 ff.), daher wir die Vergleichung beider AA. als Ergänzung des Gegenwärtigen auf das Angelegentlichste empfehlen.

Vor ungefähr 2200 Jahren nahm das Sternbild des Widders in der That das erste Zeichen des Thierkreises, nämlich die ersten 30 Grade der Ekliptik, vom (damaligen) Durchschnittspunkte derselben mit dem Aequator (dem Frühlingspunkte) östlich gezählt, ein; im zweiten Zeichen (den folgenden 30°) befand sich das Sternbild Stier, im dritten das der Zwillinge u. s. w.: d. h. es standen damals sämmtliche zwölf Sternbilder wirklich in den eben nach ihnen benannten Zeichen. Da jedoch jener Frühlingspunkt durchaus keinen festen Platz rücksichtlich der Fixsterne behauptet, sondern (vergl. Vorrücken der Nachtgleichen) jährlich etwann um 50 1/3 Secunden auf der Ekliptik rückwärts, nach Westen, rückt, so wird derselbe natürlich nach und nach einen andern, westlicher gelegenen, Ort unter den unverändert den ihrigen behaltenden Sternbil-

dern * einnehmen, oder es werden die letztern sämmtlich nach Osten vorgerückt erscheinen. Dieses Rückwärtsgehen des Frühlingspunktes beträgt in 2200 Jahren (2200 × 50′/₃″ = 110733″ = nahe) 30 Grad, und daher kommt es, daß jetzt, zu unserer Zeit, die ersten 30 Grade (das erste Zeichen) nicht mehr von dem Sternbilde Widder, sondern von dem (30° westlicher gelegenen) der Fische, das zweite Zeichen, statt wie ehedem vom Sternbilde Stier, jetzt vom Widder, das dritte Zeichen nicht mehr von den Zwillingen, sondern von dem Stiere u. s. w. eingenommen werden, kurz daß, weil der Frühlingspunkt nahe um 30° gegen Westen gerückt ist, alle zwölf Sternbilder nun eben so viel, d. h. um den Raum eines ganzen solchen Bildes gegen Osten vorgerückt erscheinen, und man daher sorgfältig die Sternbilder oder gebildeten Zeichen (asterismos) von den eigentlichen oder ungebildeten (signis, dodecatemoriis) zu unterscheiden hat**.

Die alten Astronomen pflegten häufig die Länge der Gestirne durch diese Himmelszeichen anzugeben, und sagten z. B. von einem Stern, dessen Länge 100° betrug, daß er in der Mitte des Krebses stehe, oder daß seine Länge ♋ 10° sey (d. h. 10 Grade im vierten Zeichen, weil 3 × 30° + 10° = 100°). Es war auch diese Sprache dem damaligen Stande des Himmels, wo Zeichen und Sternbilder zusammenfielen, ganz angemessen. Wenn aber dieselbe Sprache und Bezeichnungsart auch noch zu unsern Tagen in vielen Kalendern beibehalten wird, so muß dieselbe als durchaus unpassend und unzweckmäßig angesehen werden, da sie nur zu Irrungen Anlaß geben kann. Man liest z. B. in diesen Kalendern, daß der Mond an einem gewissen Tage die Länge 10° ♉ oder 10° im Stier habe. Eine solche Bezeichnung auf den heutigen Stand des Himmels, wo das Sternbild des Stieres nahe im 61ten Grade der Länge beginnt, angewandt, würde bedeuten, daß die gedachte Länge des Mondes gleich (60 + 10 =) 70 Graden sey, da man doch nur den 40ten Grad der Länge damit bezeichnen wollte. Jene Schreibart bezieht sich nämlich auf das Zeichen ♉, d. h. auf denjenigen Raum im Thierkreise, den das Sternbild Stier ehemals eingenommen hatte, demgemäß man jetzt den Mond um die angegebene Zeit nach dem vorn Gesagten im Sternbilde des Widders zu suchen hat. Genau ebenso verhält es sich, wenn man den Anfang der Jahreszeiten der Reihe nach mit „Eintritt der Sonne in 0° ♈, 0° ♋, 0° ♎, 0° ♑“ angedeutet findet, mit den Namen „Wendekreis des Krebses und Steinbocks“ und vielen andern ähnlichen Benennungen, wo überall nur die Zeichen, nicht die Sternbilder zu verstehen sind. Am besten wäre es vielleicht, die veralteten Symbole ♈, ♉, ♊ u. s. w. ganz wegzulassen, und dafür die Ekliptik, wie jeden andern Kreis, in 360 gleiche Theile (Grade) zu theilen, oder, wie auch mehrere Astronomen gethan haben, die zwölf gleichen Theile der Ekliptik, vom jedesmaligen Frühlingspunkte an, als Bogen für sich, deren jeder 30 Grade hält, zu betrachten. Diese Bogen wurden Zeichen genannt, und durch ein s (signes) angedeutet. Demnach wäre also

20° ♉ = 1ˢ 20° = 50°
15° ♌ = 4ˢ 15° = 135°
25° ♐ = 9ˢ 25° = 295° u. s. w.

Von diesen zwölf himmlischen Zeichen liegen die sechs ersten, nämlich: ♈, ♉, ♊, ♋, ♌, ♍ oder von der Länge 0° bis 180° in der nördlichen Hälfte des durch den Aequator halbirten Himmels, und heißen daher nördliche, mitternächtliche (signa borealia, septemtrionalia; *signes septentrionaux*); die sechs letzten: ♎, ♏, ♐, ♑, ♒, ♓ oder von der Länge 180° bis 360° in der südlichen Hälfte liegenden heißen südliche, mittägige (signa australia, meridionalia; *signes meridionaux.*)

Wenn die Sonne * im Anfange des

* Von einer etwaigen, jedenfalls höchst unbedeutenden eigenen Bewegung dieser Sternbilder wird hierbei abgesehen.

** Um es nochmals kurz zu wiederholen: Das Sternbild, z. B. des Widders (♈), bedeutet eine gewisse Constellation von Fixsternen, das gleichnamige Zeichen ein bestimmtes, hier das erste, Zwölftel der Ekliptik, die ersten 30 Grade derselben.

* In diesem ganzen Artikel substituiren wir

Winters der nördlichen Hemisphäre in das Zeichen des Steinbocks (♑) tritt, so steht sie am tiefsten unter dem Aequator, auf der südlichen Seite desselben. Von da an erhebt sie sich während (nahe) eines halben Jahres, immer höher, zum und über den Aequator steigend, gegen den Nordpol, bis sie im Anfange unsers Sommers, wo sie in das Zeichen des Krebses (♋) tritt, am höchsten über dem Aequator auf der nördlichen Seite desselben (dem Nordpole am nächsten) steht. Nun sinkt sie wiederum zum und unter den Aequator gegen den Südpol hinab, und erreicht endlich nach Verlauf (nahe) eines neuen halben Jahres ihre kleinste Entfernung von demselben. Hieraus ergibt sich eine andere Eintheilung dieser Zeichen*, nämlich in aufsteigende (ascendentia; *ascendants*); bei deren Durchlaufung sich die Sonne dem bei uns sichtbaren Pole und unserm Zenith** (vergl. d. Art.) nähert, und in niedersteigende (descendentia; *descendants*), in welchen sie sich von diesem Pole und Zenith entfernt. Die erstern sind: ♑, ♒, ♓, ♈, ♉, ♊; die letztern: ♋, ♌, ♍, ♎, ♏, ♐***.

Zu dem Artikel Vorrücken der Nachtgleichen (2. Bd. S. 661) ist die Umlaufszeit des Frühlingspunktes auf der Ekliptik, das große oder Platonische Jahr zu c. 25700 Jahren angegeben worden, demzufolge nach 25700 — 2200 =) 23500 Jahren wiederum jedes Zeichen mit dem gleichnamigen Sternbilde zusammenfiele. Da sich jedoch die Größe der jährlichen Präcession mit den Jahrhunderten ändert, überdieß auch noch nicht mit mathematischer Genauigkeit bekannt ist, so sind dergleichen Anwendungen derselben auf so entfernte Zeiten stets mißlich und unsicher.

Schon die Chinesen sollen den Thierkreis in 28 Sternbilder, und zu besondern Zwecken auch mitunter in 12 Zeichen eingetheilt haben. Erfinder der Sternbilder unsers Thierkreises aber waren wahrscheinlich die Chaldäer, welche bei den Alten als fleißige Himmelskundige in großem Ansehen standen, und schon 800 Jahre vor der christlichen Zeitrechnung astronomische Beobachtungen anstellten. Auch die Babylonier und Aegypter (über den Thierkreis von Denderah vgl. die AA. Thierkreis und Vorrücken der Nachtgleichen, 2 Bd. S. 579 und 669) waren als emsige und geschickte Beobachter des Himmels bekannt. In spätern Zeiten haben dann vorzüglich die Phönicier, Grie-

der wirklichen Bewegung der Erde die scheinbare der Sonne.

* Man pflegt die Zeichen des Thierkreises auch nach den Jahreszeiten in vier Classen einzutheilen. Die ersten drei, ♈, ♉, ♊, heißen die Frühlingszeichen, weil die Sonne in diesen drei Zeichen von der Erde aus zu derjenigen Zeit gesehen wird, wenn die nördliche Hemisphäre ihren Frühling feiert. Die drei folgenden, ♋, ♌, ♍, heißen aus derselben Ursache die Sommerzeichen; ferner ♎, ♏, ♐ die Herbstzeichen, und endlich ♑, ♒, ♓ die Winterzeichen.

** Mit Ausnahme der zwischen den Wendekreisen liegenden (der heißen) Zone. Hier kann sich nämlich die Sonne, während sie in den aufsteigenden Zeichen dem (sichtbaren) Pole näher rückt, vom Zenith entfernen, und in den niedersteigenden dem Zenith nähern, indem sie sich vom Pol entfernt.

*** Für die südliche Halbkugel sind, wie man ohne Weiteres von selbst zugibt, diejenigen Zeichen niedersteigende welche für uns (die nördliche) aufsteigend sind, und umgekehrt. Auf dem Aequator endlich, wo die Pole im Horizonte liegen, also beide unsichtbar sind, findet jene Eintheilung in auf- und niedersteigende Zeichen, insofern sie sich auf die Pole bezieht, gar nicht mehr Statt. Dem Zenith hingegen nähert sich hier die Sonne, während sie die Zeichen ♑, ♒, ♓; ♋, ♌, ♍, oder die (vergl. die vorige Anmerkung) Winter- und Sommerzeichen durchläuft, und entfernt sich von demselben in den Zeichen ♈, ♉, ♊; ♎, ♏, ♐, d. h. in den Frühlings- und Herbstzeichen; so daß man in diesem Sinne erstere die aufsteigenden, letztere die niedersteigenden Zeichen für den Aequator nennen könnte.

chen und Araber diese Beobachtungen weiter fortgesetzt, und immer mehrere Sternbilder* nach verschiedenen vorgefallenen Begebenheiten ihres Zeitalters am Himmel erdichtet. Obgleich nun diese Sternbilder ganz willkührliche Combinationen von einzelnen Gestirnen enthalten, und die künstlichen Figuren, in welche man sie einzuschließen suchte, gar keine Aehnlichkeit mit der Anordnung der Sterne selbst zu haben scheinen, so muß es als ein merkwürdiger Umstand hervorgehoben werden, daß demungeachtet diese Figuren auch in sehr entfernten Ländern wieder angetroffen werden, so daß eine Mittheilung derselben von einem Volk zum andern nicht weiter geläugnet werden kann. Die ganz willkührliche Zusammenstellung dieser Figuren zeigt, daß sie mehr das Werk der Imagination und der mythologischen Ansichten, als das der Convenienz und einer verständigen Anordnung gewesen seyn muß. „Die Sternbilder," sagt der jüngere Herschel, „scheinen diese Figuren und Benennungen absichtlich erhalten zu haben, um die Verwirrung und Unschicklichkeit so groß als möglich zu machen. Zahllose Schlangen winden sich in langen, verwickelten Zügen, die man kaum mit dem Auge verfolgen kann, am Himmel hin; Bären, Löwen, Hunde, Vögel und Fische, große und kleine, nördliche und südliche, treiben sich da herum und verwirren alle Gegenstände. Ein besseres System der Constellationen würde eine wesentliche Nachhilfe für unser Gedächtniß seyn." So weit Herschel. Wir können ihm nur aus ganzem Herzen beipflichten, und empfehlen unsern Lesern, um wenigstens die Namen der „Zeichen des Thierkreises" und deren Aufeinanderfolge leichter zu behalten, folgende zwei Verse:

Sunt Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo,
Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces,

mit welchen wir diesen Art. beschließen.

* Daß der sogenannte Thierkreis gerade zwölf solcher Sternbilder erhielt, rührt wohl von den 12 Monaten des Jahres her.

Zeiger; Stylus; *Style*. Im astronomischen (gnomonischen) Sinne der Stift an der Sonnen- (oder Mond-) Uhr, dessen Schatten (analog dem Zeiger einer Taschenuhr) die einzelnen Zeitabschnitte, als Stunden, Minuten u. s. w. auf derselben angibt.

Stellen wir uns die von der Sonne beleuchtete, im Raume schwebende Erdkugel zur möglichsten Versinnlichung als durchsichtig, ihre Axe aber als eine undurchsichtige (materielle) Linie vor. Denken wir uns dann die Ebene des Aequators auf der der Sonne entgegengesetzten Seite erweitert, so wird offenbar der Schatten, welchen die von der Sonne beschienene Erdaxe hinter sich wirft, auf diese Ebene fallen, und auf derselben in gleicher Weise fortrücken, wie die Sonne selbst bei ihrer vier und zwanzigstündigen (scheinbaren) Tagesbewegung um die (hier als ruhend anzunehmende) Erde weiter schreitet. So oft dann diese Sonne an den folgenden Tagen von dem Meridiane eines bestimmten Beobachters (einem bestimmten Stundenkreise vgl. den Art.) wieder denselben Bogen-Abstand, d. h. denselben Stundenwinkel (vgl. auch diesen A.) hat, wird auch der Schatten der Erdaxe wieder dieselbe Stelle auf jener Ebene einnehmen, und wenn wir endlich noch die Bewegung der Sonne während des Laufes eines Tages als in einem mit dem Aequator parallelen Kreise gleichförmig vor sich gehend, voraussetzen, so wird der gedachte Schatten in ebenfalls gleichförmiger Bewegung während jeder Stunde immer denselben Winkel um obige Axe zurücklegen, und auf diese Weise den Stundenwinkel der wahren Sonne, d. h. die wahre Sonnenzeit (vergl. den Art.) angeben*.

* Eine durch den jedesmaligen Ort der Sonne (ihren Mittelpunct) und die Erdaxe (also auch durch deren Schatten) gelegte Ebene ist bekanntlich die Ebene des entsprechenden Stundenkreises, und schneidet die des Aequators in einer Geraden, welche eben durch jenen Schatten dargestellt wird. Bewegt sich daher die Sonne während eines Tages gleichförmig und parallel mit dem Aequator, so werden ihre Stundenebenen, mithin auch deren

Dies wäre demnach die einfachste und zugleich die sicherste aller Sonnenuhren, die man haben könnte; in welcher offenbar die Erdaxe selbst die Stelle des Zeigers verträte. Da nun aber die Sonne über 20 Millionen Meilen von der Erde entfernt ist, so kann man jeden Punkt der letztern ohne merklichen Fehler als ihren Mittelpunkt betrachten, und es ist mithin, in Beziehung auf unsere Absicht, gleichviel, an welchem dieser Punkte man die Axe anbringt, wenn man sie nur mit der wahren vollkommen parallel stellt; demzufolge also jene durchsichtige Erdkugel gänzlich überflüssig wird, und schon ein einfacher, der Erdaxe paralleler Stift, welcher senkrecht auf einer (die Aequatorsebene vorstellende) Platte steht, genügend ist, um unseren Endzweck zu erreichen, nämlich durch den Schatten eines solchen Stiftes, den letzterer auf obige Platte wirft, die wahre Sonnenzeit anzugeben.

Auf diesen Sätzen gründet sich die Theorie der Aequinoctialsonnenuhr, welche unsere Leser vollständig im Artikel Gnomonik entwickelt finden, so daß wir nur noch einige Worte über die Stellung des Zeigers (wie wir den mehrmals erwähnten Stift von nun an nennen wollen) hinzuzufügen haben.

Nach dem Vorhergehenden soll dieser Zeiger der Erd- (folglich auch der Welt-) Axe vollkommen parallel seyn, also mit dem Horizonte des betreffenden Orts einen der Polhöhe, d. h. der geographischen Breite dieses Orts gleichen Winkel bilden. Zu diesem Zwecke ziehe man eine Mittagslinie (vergl. den Art.), und befestige dann den Zeiger in der Mittagsfläche (dem Meridiane) dergestalt, daß sein Winkel mit jener Mittagslinie der gedachten geographischen Breite gleich ist, wodurch der Zeiger der Erdaxe, und die auf ihm senkrechte Platte der Aequatorsebene parallel seyn wird.

Da ferner der, gewöhnlich aus Messing verfertigte Zeiger nicht, wie wir Eingangs dieses Artikels vorausgesetzt haben, eine materielle Linie ist, sondern stets eine merkliche Dicke hat, so wird man, wenn die Sonnenuhr recht genau ausfallen soll, auch auf diese Dicke gehörige Rücksicht nehmen müssen.

Der oben citirte Artikel Gnomonik hat sich blos auf die Aequinoctialuhr beschränkt, und der sogenannten Horizontaluhr fast gar nicht gedacht. Wir wollen daher zur Vervollständigung auch die Construction und Aufstellung einer Horizontaluhr, als der gebräuchlichsten und bequemsten aller Sonnenuhren überhaupt, in Kürze mittheilen.

Man ziehe auf einer kupfernen oder steinernen, zur Uhr bestimmten horizontalen Platte MNBA (Fig. 1. der Tafel XXVII.) eine gerade Linie CS als Mittagslinie, ferner an C, als den angenommenen Mittelpunkt der Uhr, die Gerade CP von willkührlicher Länge, jedoch so, daß sie mit der Mittagslinie CS einen der Polhöhe des Ortes gleichen Winkel PCS bilde. Im Punkte P errichte man auf CP eine Senkrechte PR, welche die Mittagslinie in R treffen wird. Von diesem Puncte R an nehme man alsdann auf der Mittagslinie die Gerade RS = RP und beschreibe aus S als Mittelpunct den Quadranten RT, dessen Peripherie man in 6 gleiche Theile theilt. Zieht man nun von S aus durch die 5 Theilungspuncte gerade Linien, welche die in R auf CS senkrecht stehende Gerade in den Puncten a, b, c, d, e schneiden, und verbindet endlich diese Durchschnittspuncte mit dem Puncte C durch die bis an den Rand der Platte zu verlängernden Geraden CR, Ca, Cb, Cc, Cd, Ce, so sind letztere die gesuchten Schattenlinien der Horizontaluhr für die einzelnen Vormittagsstunden, deren Zahlen man anmerkt, wie die Fig. solches zeigt. Es ist für sich klar, daß man, um auch die Schattenlinien der entsprechenden Nachmittagsstunden zu erhalten, nur auf der andern Seite von CS die Theile Ra′ = Ra, Rb′ = Rb, Rc′ = Rc, Rd′ = Rd, Re′ = Re zu nehmen, dann von C aus durch die Puncte a′, b′, c′, d′, e′ gerade Linien bis an den Rand der Platte zu ziehen, und endlich wiederum die Stundenzahlen, wie sie in der Fig. angegeben sind, aufzuschreiben braucht, so wie man, wenn noch die halben und Viertelstunden ver-

Durchschnittslinien, mit dem Aequator, d. h. die Schatten der Erdaxe, gleichfalls der Zeit proportionale Winkel um Letztere beschreiben.

langt werden, den erwähnten Quadranten statt in 6, vielmehr in 12 oder 24 gleiche Theile theilt. Befestigt man dann im Puncte C in der Mittagsfläche einen Zeiger, so daß er mit der Geraden CS einen der geographischen Breite des Orts gleichen Winkel bildet, und stellt die solchergestalt verzeichnete horizontale Platte so auf, daß CS in die Mittagslinie, die Zahl XII nach Norden, und die Vormittagsstunden auf die Westseite zu liegen kommen, so wird diese Horizontaluhr die Stunden der wahren Sonnenzeit und ihre Unterabtheilungen gehörig anzeigen.

Wenn man aber eine solche Horizontaluhr mit Genauigkeit auf einer hinlänglich großen Platte verfertigt hat, so ist es leicht, mit Hilfe dieser Uhr an jeder senkrechten Mauer irgend eines Gebäudes eine Sonnenuhr mit völlig hinreichender Zuverläßigkeit zu verzeichnen. Zu diesem Zwecke stelle man zuerst die Horizontaluhr vor dieser Mauer, etwa auf einem festen Tische, in der gehörigen, vorhin angegebenen Lage auf. Dann befestige man in dem Fußpuncte C des Zeigers an diesem einen Faden, der bis an die Mauer reicht, spanne ihn so, daß er genau die Richtung des Zeigers erhält, und mache ihn an der Mauer fest. Dieser Faden wird nun den Fußpunct des Zeigers der neuen Uhr in der Mauer, und zugleich die Richtung des neuen Zeigers selbst angeben, der daher in dieser Lage an der Mauer angebracht werden muß. Nachdem dieses geschehen, bemerke man den Schatten des (neuen) Zeigers auf der Mauer, durch eine Bleifeder und dgl., für diejenigen Augenblicke, in denen die Horizontaluhr, wenn dieselbe gerade von der Sonne beschienen wird, die bestimmten Stunden des Tages anzeigt, und die verlangte Sonnenuhr ist vollendet. Ja selbst die Sonne läßt sich dabei entbehren, und es können die Schattenlinien der neuen Uhr mittelst einer Lampe bei Nacht gezeichnet werden, wenn man dieselbe so stellt, daß der Schatten des von ihr beschienenen Zeigers nach und nach auf die verschiedenen Stunden der Horizontaluhr fällt, wo dann der gleichzeitige Schatten des neuen Zeigers auch die entsprechenden Schattenlinien an der Mauer geben wird.

Man pflegt die auf verticalen Mauern verzeichneten Sonnenuhren auch je nach dem Winkel einzutheilen, welchen die vertikale Mauer mit der Mittagslinie des Orts macht, indem die Construction der Uhren von diesem Winkel abhängt. Ist selber nämlich = 90°, d. h. steht die auf dem Horizonte vertikale Ebene auch zugleich auf der Mittagslinie senkrecht, oder geht die Richtung der Mauer genau von Ost nach West (nach dem Morgen- und Abendpunct, vergl. beide AA.), so heißt die auf ihr an der Südseite angebrachte Sonnenuhr eine Mittagsuhr; die auf der Nordseite hingegen verzeichnete eine Mitternachtsuhr. Ist aber jener Winkel = 0, oder steht die vertikale Mauer in der Mittagsfläche (im Meridiane) selbst, so wird die auf der Ostseite derselben beschriebene Uhr eine Morgenuhr, und die auf der Westseite eine Abenduhr genannt.

So viel, um wenigstens die Namen dieser Arten von Sonnenuhren hier zu erwähnen, da ihrer noch in sehr vielen Schriften über diesen Gegenstand ausdrücklich gedacht wird. Eine ausführliche Belehrung über selbe aber werden unsere Leser in den der Gnomonik besonders gewidmeten Werken finden, welche am Schlusse des so benannten Artikels angegeben sind.

Zeit; Tempus; *Temps*. Mit diesem Worte wird eine Vorstellung bezeichnet, die wir stets mit dem Begriffe vom Aufeinanderfolgen der Zustände und Veränderungen verbinden. Diese Vorstellung bildet sich in unserm Geiste durch allmählige Auffassung von vielerlei Reihen nacheinander wahrgenommener Erscheinungen. Die Anreihung oder das Nacheinander der Dinge in der Zeit heißt ihre Zeitfolge.

So sehen wir die Gestirne am Morgen aufgehen, nach und nach über den Horizont heraustreten, am Mittage ihren höchsten Stand erreichen, sodann gegen den Horizont hinabsinken und endlich Abends untergehen. Während dieses geschieht, ereignen sich zugleich in und um uns andere Dinge, die auf gleiche Weise,

wie die verschiedenen Höhen der Gestirne auf einander folgen. Aus allen diesen Dingen bilden wir dann eben jene zusammenhängende Reihe (ihre „Zeitfolge"), in welcher jede Erscheinung der Ordnung nach ihren bestimmten Platz einnimmt, und die zugleich geschehenden auf dieselbe Stelle treffen. Jede einzelne Stelle (jedes der unendlich vielen Glieder) dieser Reihe wird ein Zeitpunct, Zeitaugenblick, Moment (momentum temporis; moment) und die auf denselben Zeitpunct fallenden Ereignisse gleichzeitige genannt. Der Abstand zweier Zeitpuncte von einander heißt ein Zeitraum, Zeitabschnitt, eine Zwischenzeit (intervallum temporis; intervalle), und die ganze Vorstellung der Folge oder Reihe endlich, wie oben: Zeit.

Bei den Abständen der Zeitpuncte von einander oder bei den Zeiträumen nehmen wir Größen und Verhältnisse wahr, und erkennen z. B. daß der Zeitraum vom Aufgange der Sonne bis zu ihrem Untergange größer (oder auch kleiner), als der Zeitraum zwischen dem Auf- und Untergange des Mondes sey, und daß sich jener zu diesem etwa wie 2 : 1 verhalte. Es können demnach die Zeiträume (folglich auch die Zeit, als aus einem oder mehreren Zeiträumen bestehend) gemessen, oder einer derselben mit einem andern bekannten (zur Einheit angenommenen) verglichen werden. Die Größe eines Zeitraums nennt man seine Dauer oder Länge, das Messen desselben die Zeitmessung, oder, insofern dabei die Zeitgrößen durch Zahlen dargestellt werden, Zeitrechnung, und die hiezu verwendete (der Dauer nach stets bekannte) Einheit die Zeiteinheit oder das Zeitmaß.

Zu diesem Messen der Zeit kann uns die Bewegung irgend eines Körpers dienen; indem wir denjenigen Zeitraum zur Zeiteinheit nehmen, in welchem ein bestimmter Theil jener Bewegung vor sich geht (der Körper z. B. einen Fuß durchläuft.) Jeden andern Zeitraum würde man dann durch die Zahlen 1, 2, 3, .. n ausdrücken, je nachdem der gedachte Körper das Gleiche, Doppelte, Dreifache oder nfache obiger Bewegung während desselben ausführte (nach unserm Beispiel 1. 2. 3. . n Fuß zurücklegte). Da man aber die Zeit beim Messen derselben unmöglich anders, als in einem gleichförmigen Fortgange begriffen, annehmen kann*, so werden wir auch nur gleichförmige Bewegungen (vergl. Bewegung 1. Bd. S. 117) zur Zeitmessung anwenden können.

Nun gewährt uns die Natur selbst eine derartige gleichförmige Bewegung in der scheinbaren täglichen Umdrehung der Himmelskugel oder der wirklichen der Erde, um ihre Axe, da diese Umdrehung der Theorie und den Beobachtungen gemäß völlig gleichförmig und seit den ältesten Zeiten immer dieselbe ist. Die Dauer eines solchen Umschwunges, nach welchem also ein und derselbe Fixstern wieder im Meridian oder sonst an irgend demselben Orte des Firmaments erscheint, heißt ein Sterntag, welcher ein für den Astronomen sehr brauchbares Zeitmaß abgibt, und in 24 gleiche Theile (Sternstunden) eingetheilt wird, deren jeder 60 Sternminuten und jede dieser Minuten 60 Sternsecunden enthält. Die auf diese Weise gemessene Zeit nennt man Sternzeit (vergl. den Artikel).

Es schieben sich demnach während eines Sterntages oder 24 Sternstunden 360°** des Aequators durch den Meridian, und wenn man diesen Tag für einen jeden Ort der Erde in dem Augenblicke anfangen läßt, in welchem ein bestimmter fester Punct des Himmels durch den Meridian dieses Ortes geht, so wird der seit der Culmination jenes Punktes durch den Meridian gegangene Aequatorsbogen, oder der westliche Stundenwinkel des Puncts,

* Indem der durch irgend eine Zahl n ausgedrückte Zeitraum stets von derselben Dauer seyn, oder stets n der Zeiteinheit gleiche Zeiträume enthalten muß.

** Da 24 Zeitstunden (24mal 15 =) 360 Bogengraden, 1 Zeitminute 15 Bogenminuten u. s. w. entsprechen, so sagt man oft kurz, daß die Bögen durch Division mit 15 in Zeit verwandelt würden.

durch Division mit 15 in Zeit verwandelt, die jedesmalige Sternzeit angeben. Zu diesem fixen Puncte hat man nun denjenigen Himmelsort gewählt, welchen der mittlere* Frühlingspunct eben einnimmt, und nennt die Sternzeit mit Bezug auf diesen Punct dann Zeit der ersten Bewegung**. Streng genommen, ist nun zwar der Frühlingspunct kein fixer Punct, indem er (vergl. Vorrücken der Nachtgleichen) einer Bewegung von etwa 50 Bogensecunden jährlich nach Westen unterworfen ist, demzufolge ein Unterschied zwischen Sternzeit und Zeit der ersten Bewegung zu beachten wäre: allein dieser Unterschied beläuft sich in einem ganzen Jahre nur auf ($^{50}/_{15}$ =) 3, 3 Zeitsecunden, und ist daher während eines Tages gänzlich unmerklich, folglich in der Praxis nicht weiter zu beachten. In diesem Sinne nun kann man sagen, daß die irgend einem Augenblicke entsprechende Sternzeit demjenigen in Zeit verwandelten Aequatorsbogen gleich sey, welcher zwischen dem mittlern Frühlingspunkte und dem eben culminirenden Gestirne (der Mitte des Himmels, vergl. d. Art.) liegt, oder die gerade Aufsteigung des letztern abgibt.

So bequem indessen diese Sternzeit für den astronomischen Gebrauch auch seyn mag, im bürgerlichen Leben findet man sich gleichwohl durch viele Umstände veranlaßt, die Zeit nach der Bewegung der Sonne abzumessen. Unsere ganze gesellige Einrichtung, alle unsere häusliche und öffentliche Geschäfte richten sich nicht nach der Bewegung des Frühlingspunctes, sondern nach jener der Sonne. Die Sonne führt den Wechsel der Tage und Nächte herbei, und hat sich daher schon in den ersten Jahrhunderten bei allen Völkern der Erde als das Großartigste der Gestirne zum natürlichen Regulator der Zeit gleichsam aufgedrungen. Man könnte nun mit der Sonne ganz ebenso wie oben mit dem Frühlingspuncte verfahren, wenn dieselbe entweder gar keine oder doch eine gleichförmige (Eigen-) Bewegung befolgte. Allein die (scheinbare) Bewegung der Sonne ist nicht gleichförmig, wie im Artikel Gleichung der Zeit näher auseinander gesetzt wird, und kann folglich nach dem oben Gesagten nicht unmittelbar zum Messen der Zeit angewendet werden. Um nun aber dennoch die Beziehung auf den Sonnenlauf nicht aufzugeben, hat man angenommen, daß es neben jener die Ekliptik mit ungleichförmiger Geschwindigkeit durchlaufenden wahren Sonne, eine zweite, eine mittlere Sonne gebe, die sich im Aequator mit gleichförmiger Geschwindigkeit und zwar dergestalt bewegt, daß sie mit der wahren Sonne immer zugleich durch den Frühlingspunct hindurchgeht*. Obgleich daher diese mittlere Sonne keineswegs in der Wirklichkeit, sondern nur in unserer Einbildung existirt, so kann dennoch ihr Ort am Himmel, als ob sie wirklich da wäre, in jedem Augenblicke leicht aufgefunden werden, indem nach dem eben Gesagten die gerade Aufsteigung der mittleren Sonne stets der mittlern Länge (vgl. Länge in der Bahn 2 Bd. S. 13) der wahren gleich, und folglich, sobald man letztere kennt, auch die erstere gegeben ist. Diesen Punct des Aequators, den die mittlere Sonne (wenn

* „Mittlere," d. h. der nur von der Präcession afficirte Frühlingspunct, welcher, wenn auch die Nutation berücksichtigt wird, der wahre oder scheinbare heißt.

** Der Name „erste Bewegung" ist der Vorstellung der griechischen Astronomen von den 8 Sphären entlehnt, nach welcher Vorstellung die erste, sämmtliche Fixsterne enthaltende Sphäre, durch ihre 24stündige Umdrehung alle übrigen Sphären mit sich fortriß, und so die Ursache ward, daß auch Sonne, Mond und Planeten in derselben Zeit die Erde umkreisten (vergl. d. Art. Weltsystem, 2. Bd. S. 695).

* Streng genommen, geht diese mittlere Sonne nicht mit der wahren, sondern mit einer zweiten mittlern zu gleicher Zeit durch den Frühlingspunct, welche letztere Sonne als die Ekliptik mit gleichförmiger Geschwindigkeit durchlaufend, und mit der wahren Sonne stets in den Apsiden zusammentreffend, angenommen wird.

sie in der That existirte) einnehmen würde, ist es also, dessen Stundenwinkel die mittlere Sonnenzeit, oder kürzer die mittlere Zeit angibt, wohingegen der Stundenwinkel der wahren Sonne die wahre Sonnenzeit oder die wahre Zeit (vergl. ja d. Art. Sonnenzeit) ausdrückt.

Weil der Frühlingspunct wenigstens nahe ein fester Punct des Himmels ist, die mittlere Sonne hingegen eine sehr merkliche (eigene) Bewegung von Westen nach Osten hat, so wird Ersterer bei der von Osten nach Westen erfolgenden Rotation der Himmelskugel den Meridian früher wieder erreichen, als Letztere, d. h. es wird der Sterntag kürzer als der mittlere Sonnentag seyn,* und eben dasselbe von Stern- und Sonnenstunden, -Minuten u. s. w. gelten. Das nähere gegenseitige Verhältniß beider Arten von Zeit finden unsere Leser in dem schon citirten Artikel Sonnenzeit, woselbst auch eine Tafel zur Reduction der einen auf die andere beigefügt ist. Hier bemerken wir nur noch, daß die Sternzeit im wahren Mittag (im Augenblicke der Culmination der wahren Sonne) der geraden Aufsteigung der wahren Sonne in Zeit verwandelt, und im mittlern Mittage (wo die mittlere Sonne in den Meridian tritt) der in Zeit verwandelten Rectascension der mittleren Sonne gleich ist. In jedem beliebigen Augenblicke endlich ist die Sternzeit gleich der entsprechenden (wahren oder mittleren) Sonnenzeit + gerade Aufsteigung, dividirt durch 15, der (wahren oder mittleren) Sonne**. Vermittelst dieser Sätze kann daher, sobald die Sonnenzeit bekannt ist, die zugehörige Sternzeit immer berechnet werden. Man kann aber auch Letztere unabhängig von der Sonne auf folgende Weise finden. Es ist, wie schon bemerkt worden, im Augenblicke der Culmination eines Gestirns die Sternzeit der in Zeit ausgedrückten geraden Aufsteigung dieses Gestirns gleich. Beobachtet man daher z. B. einen Fixstern, dessen gerade Aufsteigung bekannt und etwa 77° 34′ 15″ (im Bogen-Maße) beträgt, im Momente seiner Culmination, so ist die Sternzeit in demselben Momente $= \left(\frac{77^\circ\ 34'\ 15''}{15} =\right)$ 5 St. 10 Min. 17 Sek.

Um nun aber diese durch die regelmäßige Bewegung des Himmels uns solchergestalt dargebotenen natürlichen Zeitmaße mit Sicherheit und Bequemlichkeit benutzen zu können, haben wir uns durch Hülfe der Mechanik künstliche Werkzeuge verschafft, die ebenfalls unausgesetzt eine solche gleichförmige Bewegung unterhalten, und uns zugleich die durch diese Bewegung zurückgelegten Räume bis in ihre kleinsten Theile herab anzeigen oder gleichsam vorzählen sollen. Solche Werkzeuge nennt man Uhren (vergl. den Art.). Eine gewisse, durch die Bewegung der Uhr bestimmte (Zeit-) Größe heißt eine Stunde der Uhr, ihr 60ster Theil eine Minute, deren 60tel eine Sekunde u. s. w. Dadurch werden für jede gleichförmig gehende Uhr Theile der Uhrzeit bestimmt, in welchen sich ebenfalls Zeiträume ausdrücken und unter einander vergleichen lassen. Wenn eine Stunde oder überhaupt Theile der Uhrzeit den gleichnamigen Theilen der Stern- oder mittleren Sonnenzeit an Dauer gleich sind, so sagt man, die Uhr gehe nach Stern- oder mittlerer Sonnenzeit.* Die astrono-

* Die wahren Sonnentage können, indem sie von ungleicher Dauer, bald kürzer, bald länger sind, mit den stets gleich langen Sterntagen nicht verglichen werden. Ein Gleiches gilt von den Stunden, Minuten u. s. w.

** Am besten versinnlicht man sich die Sache, wenn man die Sonne westlich vom Meridian und östlich vom Frühlingspuncte annimmt. Ist dann ihr Stundenwinkel = s, ihre gerade Aufsteigung = a, so ist offenbar der Stundenwinkel des Frühlingspunctes oder die entsprechende Sternzeit $= \frac{a + s}{15}$.

* Nach wahrer Sonnenzeit kann die Uhr deßhalb nicht gehen, weil ihr Gang als gleichförmig vorausgesetzt wurde, und die wahre Sonnenzeit, wie wir wissen, der

mischen Uhren gehen jetzt meistens nach Sternzeit, weil dieselbe, wie schon erwähnt, sich sehr leicht aus den Beobachtungen herleiten läßt, und vorzüglich, weil eine solche Uhr, wenn sie einmal richtig gestellt worden, in jedem Momente die Rectascension des gerade culminirenden Fixsterns angibt, man also auf diese Weise jene Rectascensionen sehr leicht kennen lernen und immer schärfer bestimmen kann.

Unsere bürgerlichen Uhren hingegen gehen aus den bereits angeführten Gründen durchgängig nach mittlerer Zeit, und selbst die Astronomen bedienen sich derselben vorzugsweise bei allen Bekanntmachungen ihrer Beobachtungen, bei der Construction ihrer Tafeln und Ephemeriden;* und wenn wir in unsern Kalendern oder sonst wo immer eine Zeit ohne ausdrückliche Erwähnung des Gegentheils angeführt finden, ist stets die mittlere darunter zu verstehen. Da wir jedoch diese mittlere Zeit, um den Stand und Gang** unserer Uhren darnach zu regeln, nicht unmittelbar aus den Beobachtungen entnehmen können, sondern vielmehr erst aus der wahren mit Hülfe der Zeitgleichung herleiten müssen, so handelt es sich zunächst darum, die wahre Zeit kennen zu lernen.

Das einfachste Mittel zu dieser Bestimmung würden unsere Sonnenuhren abgeben; allein sie sind gewöhnlich nicht mit der zu einer scharfen Zeitbestimmung erforderlichen Genauigkeit construirt, und es ist daher folgende Methode vorzuziehen, deren Auseinandersetzung, da man bei ihrer Anwendung weder eines Fernrohrs, noch sonstiger Instrumente bedarf, und eine genauere Kenntniß der Zeit selbst im bürgerlichen Leben oft nothwendig ist, unsern Lesern wohl nicht unwillkommen seyn dürfte.

Nehmen wir also an, daß wir in unserer Wohnung ein nahe nach Süden gerichtetes Fenster haben, welches am Mittag von der Sonne beschienen wird. An dem obern Theile desselben befestige

Gleichförmigkeit entbehrt. Nur Sonnenuhren (vergl. d. Art.) gehen nach wahrer Sonnenzeit.

* In dem Berliner Astronomischen Jahrbuche z. B. beziehen sich alle Angaben mit wenigen Ausnahmen, die ausdrücklich bemerkt sind, auf die mittlere Zeit des Berliner Meridians.

** Eine bürgerliche Uhr sollte jeden mittleren Mittag genau 12^h zeigen. Wenn sie also z. B. an einem gewissen Mittag $12^h\ 5'\ 18''$ angibt, so nennt man diese solchergestalt zu viel angegebenen $5'\ 18''$ den „Stand" der Uhr für jene Zeit. Hat sie nun jeden andern mittlern Mittag wieder denselben „Stand," so brauchte man nur von jeder Uhrzeit diese $5'\ 18''$ zu subtrahiren, um sofort die entsprechende mittlere Zeit zu erhalten. Zeigt sie aber überdieß an jedem Mittage einen andern Stand, so muß auch auf die Veränderung des Standes Rücksicht genommen werden, wenn man aus der beobachteten Uhrzeit die mittlere Zeit ableiten will; denn sie sollte nicht nur jeden Mittag genau 12^h zeigen, sondern auch noch zwischen je zwei auf einander folgenden (mittlern) Mittagen genau 24 Stunden durchlaufen.

Gesetzt, es zeige unsere Uhr am mittlern Mittage des 24. Sept. $12^h\ 5'\ 18''$, u. am mittl. M. d. 25. „ $12^h\ 5'\ 30''$, also $12''$ mehr, so gibt sie in einem Tage nicht 24 Stunden, wie sie sollte, sondern (da ihr Gang gleichförmig vorausgesetzt wird) an jedem Tage $12''$ mehr, d. h. es beträgt ihre Acceleration (das Gegentheil heißt Retardation) täglich 12 Secunden, und wir sagen, daß die Uhr einen täglichen „Gang" von + $12''$ habe, das positive Zeichen, weil die Uhr accelerirt oder immer mehr vor der mittlern Zeit vorausgeht (das negative, wenn sie retardirt oder immer mehr hinter der mittleren Zeit zurückbleibt).

Ist Stand und Gang einer gleichförmig gehenden Uhr bekannt, so kann man aus der Uhrzeit jedes Augenblicks die entsprechende mittlere berechnen, wie hinten an einem Beispiele näher gezeigt wird. Man sieht aber schon hier, daß man den Gang der Uhr aus dem Stande derselben für zwei bestimmte Augenblicke, z. B. für zwei auf einander folgende Mittage, herleiten kann.

man eine dicke Schnur, deren Schatten auf dem horizontalen Fußboden noch deutlich bemerkt werden kann. Diese Schnur, welche nahe so lang als das Fenster hoch ist, sey an ihrem unteren Ende mit einem Gewichte beschwert, das zur Vermeidung von Oscillationen in einer mit Wasser gefüllten Schale ruht. Hat man nun auf dem Fußboden des Zimmers eine Mittagslinie nach der in diesem Artikel angeführten Methode möglichst genau verzeichnet, so wird man den Augenblick, wo der Schnurschatten in jene Linie fällt, als Augenblick des wahren Mittags dieses Tages bemerken. Es ist übrigens leicht einzusehen, daß man, statt einer Schnur, auch den Fensterrahmen oder die Fensterwand selbst gebrauchen kann.

Auf diese Weise wird man an jedem Tage, vorausgesetzt, daß die Witterung günstig ist, die Zeit des wahren Mittags, folglich auch den Stand der Uhr kennen. Denn hat man z. B. am 21. März den Schatten dieser Uhr auf der Mittagslinie in demjenigen Augenblicke beobachtet, also 12 Stunden wahrer Zeit gezählt, als die Uhr 12 St. 15 M. 40 Sec. angab, so wird man zuerst jene wahre Zeit mittelst der Zeitgleichung (I. Bd. S. 658) von 7 Min. 31 Sec. in (12 St. + 7 Min. 31 Sec. =) 12 St. 7 Min. 31 Sec. mittlere umwandeln, und demgemäß finden, daß der Stand unserer Uhr am 21. März (wahren) Mittags (12 St. 7 Min. 31 Sec. — 12 St. 15 Min. 40 Sec. =) — 8′ 9″ sey. Wiederholt man endlich diese Beobachtung zwei (oder besser mehrere) Tage, so ergibt sich nach der voraufgehenden Anmerkung auch der tägliche Gang, dessen Uebereinstimmung aus je zwei Beobachtungen zugleich einen Beweis von der Gleichförmigkeit der Uhr abgibt. Ueber die Zeitbestimmung durch correspondirende Höhen s. d. Art. Methode der correspondirenden Höhen.

Kennt man aber den Stand und Gang einer Uhr hinreichend genau, so ist dieselbe, möge sie nun übrigens mit der mittlern (oder Stern-) Zeit übereinstimmen oder nicht, eben so gut, als eine fehlerfreie, ganz mit jener Zeit übereinstimmende Uhr zu gebrauchen, indem man von dem Fehler derselben in jedem gegebenen Augenblick in genaue Kenntniß gesetzt wird, und also jede Beobachtung aus der Uhrzeit sogleich, wie gebräuchlich, in mittlerer Sonnenzeit angeben kann. Deßhalb wird auch der Zeiger einer astronomischen Uhr niemals anders gestellt, wie wir dieß öfters bei unsern Taschenuhren thun, da durch solche gewaltsame Verstellungen der regelmäßige Gang dieser feinen Maschinen nur gestört würde, und der Astronom diese und alle ähnliche äußere Störungen seiner Uhr sorgfältig vermeidet, um sie so viel als möglich ihren gleichförmigen Gang ununterbrochen fortsetzen zu lassen.

Um nun den unmittelbaren Gebrauch einer solchen Uhr bei den Beobachtungen zu zeigen, nehmen wir an, daß dieselbe am mittl. Mitt. des 2. Jan. $23^h\,56'\,32''$
des 3. Januar . . . $23^h\,56'\,50''$

angebe, also einen täglichen Gang oder Acceleration von . . . . . 18″

habe. Eine Himmelsbegebenheit, z. B. der Austritt eines Jupiterstrabanten, werde zwischen beiden Mittagen oder am 2. Januar in dem Augenblicke beobachtet, da die Uhr $11^h\,16'\,23''$ zeigte. Es fragt sich nun, wie viel diese Uhrangabe (die Uhrzeit) nach mittlerer Sonnenzeit betrug, oder wie groß der Zeitraum vom (mittlern) Mittag des 2. Januar bis zum Augenblicke der Beobachtung in Theilen der mittlern Sonnenzeit sey.

Da die Uhr zwischen je zwei nächsten Mittagen, d. h. während jeder Uhrzeit von $24^h\,0'\,18''$ um 18 Sec. accelerirt, und jene Beobachtung um ($11^h\,16'\,23'' + 3'\,28'' =$**) $11^h\,19'\,51''$

* Da hier von einer astronomischen Uhr die Rede ist, so müssen die Stunden von 1 bis 24 ununterbrochen fortgezählt werden.

** Am mittleren Mittage des 2. Januar zeigte unsere Uhr, angegebenermaßen, $23^h\,56'\,32''$, bei der Beobachtung aber $11^h\,16'\,23''$. Es sind demnach von jenem Mittage bis zur Beobachtung erstens ($24^h - 23^h\,56'\,32'' =$) $3'\,28''$ und dann noch $11^h\,16'\,23''$, also im Ganzen wirklich ($3'\,28'' + 11^h\,16'$

Uhrzeit nach dem Mittage des 2. Januar angestellt worden ist, so findet man die Acceleration x während dieser Uhrzeit durch die einfache Proportion

$24^h\ 0'\ 18'' : 11^h\ 19'\ 51'' = 18'' : x,$

oder

$86418'' : 40791'' = 18'' : x,$

also $x = 8'',5,$

woraus folgt, daß die Retardation der Uhr zur Zeit jenes Austritts des Jupitersstrabanten gleich (3′ 28″ — 8″,5 * =) 3′ 19″,5 gewesen ist, und daß man daher hat

Uhrzeit der Beobachtung	$11^h\ 16'\ 23''$
Correction der Uhr +	$0^h\ 3'\ 19,5$
also mittlere Zeit der Beobachtung	$11^h\ 19'\ 42'',5$

oder der Austritt des Jupitersstrabanten ist am 2. Januar um $11^h\ 19'\ 42'',5$ mittlerer Zeit beobachtet worden.

Der Astronom gibt, wie bereits mehrfach erwähnt, die Augenblicke, in welchen sich die Himmelsbegebenheiten ereignen, nach mittlerer Sonnenzeit an. — Das heißt, er nennt bei dieser Angabe zuerst das Jahr, den Monat und den Tag der Begebenheit, und setzt dann hinzu, wie viele Stunden, Minuten und Secunden mittlerer Sonnenzeit von dem mittlern Mittage dieses Tages an bis zum Augenblicke der Begebenheit verflossen sind. Um den ganzen Zeitraum von irgend einer Epoche bis zu jener Begebenheit zu bestimmen, darf man alsdann nur die vollendeten Jahre und Tage (tempus completum) in Rechnung bringen. Was sich z. B. in den Nachmittagsstunden des 13. März 1845 nach Chr. zutrug, fiel 1844 Jahre (31 + 28 + 12 =) 71 Tage nach dem Anfange der christlichen Zeitrechnung, wo nun noch die Stunden, Minuten u. s. w. vom mittlern Mittag des 13. März (mit welchem nach astronomischer Rechnung dieser Tag erst anfängt)* bis zum Augenblicke der Beobachtung hinzuzufügen sind. Nennt man aber das Jahr 1845 und den 13. März selbst, so sind dieß laufende Jahre und Tage (tempus currens, anni cavi), auf welchen Unterschied man bei Summirung der Zeiträume sorgfältig Rücksicht nehmen muß.

Bei allen astronomischen Beobachtungen, welche den Ort eines Himmelskörpers, z. B. die Distanz eines Planeten von irgend einem Fixsterne, oder die Höhe eines Gestirns über dem Horizonte ꝛc. zum Gegenstande haben, ist die Hinzufügung der Zeit, in welcher diese Beobachtung Statt hatte, wesentlich nothwendig, indem sonst die Beobachtung unvollständig und ohne Nutzen seyn, ja ohne diesen Zusatz der Zeit gar keine Bedeutung haben würde. Es ist daher die genaueste Bestimmung dieser Zeit für die Astronomie von der größten Wichtigkeit, und verweisen wir Leser, welche gern noch mehrere Methoden der Zeitbestimmung, und besonders die so wichtige durch Sternverschwindungen kennen lernen möchten, auf den vortrefflich gearbeiteten Art. „Zeitbestimmung“ in der neuen Ausgabe von Gehler's physikalischem Wörterbuche, mit welcher Hinweisung wir unsern Artikel „Zeit“ beschließen.

Zeitbogen, s. Stundenwinkel.

Zeit der ersten Bewegung, s. Sternzeit.

Zeitgleichung, s. Gleichung der Zeit.

Zenith, Scheitel, Scheitelpunct; Zenith; *Zenith*. Diesen aus dem Arabi-

23″ =) $11^h\ 19'\ 51''$ Uhrzeit verflossen. — Hätte die Uhr am Mittage des 2. Januar mehr als 24 Stunden, etwa $24 + \alpha$ gezeigt, so müßte, wie man leicht einsieht, der Ueberschuß (dieses α) von der Beobachtungszeit abgezogen werden, d. h. es wäre dann die vom mittleren Mittage bis zur Beobachtung verstrichene Uhrzeit $= 11^h\ 16'\ 23'' - \alpha$.

* Um 3′ 28″ ging die Uhr am Mittage des 2. Januar zu spät, bis zur Beobachtung hingegen accelerirte sie um 8″,5, ihre Retardation wird daher zur Zeit der Letztern noch 3′ 28″ — 8″,5 oder, wie oben, 3′ 19″,5 betragen.

* Der 13. März beginnt nach astronomischer Rechnung in dem Augenblicke, wo man bürgerlich den 12. März Mittags 12 Uhr (mittlerer Zeit) zählt.

schen stammenden Namen gibt man in der Sternkunde demjenigen Puncte, den die durch das Auge des Beobachters gezogene Scheitellinie (s. d. A.) oder die Richtung der Schwere, aufwärts verlängert, an der scheinbaren Himmelskugel treffen würde — dem Puncte des Himmels, welcher gerade über dem Haupte des Beobachters steht, und von demselben als der höchste Punct am Himmel betrachtet wird. Da derselbe Punct von allen Puncten der Peripherie des Horizonts gleich weit, nämlich 90 Grade entfernt ist (indem die Scheitellinie mit der Horizontalfläche oder der Oberfläche des stehenden Wassers überall rechte Winkel bildet), so ist er zugleich der obere (der sichtbare) Pol dieses Horizonts, und ein durch das „Zenith" gezogener, größter Kreis steht auf dem Horizonte des entsprechenden Ortes senkrecht, und wird deßhalb Zenithalkreis oder häufiger Verticalkreis genannt. Endlich heißt derjenige Bogen dieses Verticalkreises, welcher zwischen dem Zenith und einem Gestirn enthalten ist, Zenithdistanz, und der Bogen zwischen Gestirn und Horizont, Höhe dieses Gestirns. Es ergänzen sich demnach (weil nach dem Vorhergehenden der ganze Bogen zwischen Zenith und Horizont = 90°) Höhe und Zenithdistanz desselben Sterns immer zu 90 Graden.

Jeder Ort der Erdoberfläche hat sein eigenes Zenith, welches am Himmel genau dieselbe Lage gegen den Himmels-, als der Ort selbst gegen den Erd-Aequator hat. Die Scheitelpuncte zweier verschiedenen Orte stehen um den Bogen eines größten Kreises von einander ab, welcher das Maß des Winkels abgibt, den die Scheitellinien oder die Richtungen der Schwere an beiden Orten im Erdmittelpuncte, wo sie zusammentreffen,* mit einander bilden. Liegen aber die Orte einander so nahe, daß man die Richtungen schwerer Körper an beiden als nahe parallel annehmen kann, oder daß der Bogen, der ihren Abstand mißt, gegen die Größe der ganzen Peripherie der Erde verschwindet, so ist auch der Abstand ihrer Scheitelpuncte am Himmel nicht merklich, und man kann folglich beiden dasselbe „Zenith" zuschreiben. So gibt man gewöhnlich ganzen Städten nur ein einziges Zenith, wenn nämlich ihr Umfang gegen den ganzen Umkreis (den Aequator) der Erde nicht in Betrachtung kommt. Bei sehr großen Städten hingegen ist man genöthigt, auf den Unterschied der Scheitelpuncte verschiedener Beobachtungsorte Rücksicht zu nehmen. Zu Paris z. B. gab es drei Sternwarten in solcher Lage, daß die bei der école militaire ihr Zenith um 7'/2", und die beim cabinet du roi das ihre um 14" östlicher, als die königliche Sternwarte zu liegen hatte. Ueberhaupt entspricht, streng genommen, jedem Zenith am Himmel nur ein einziger Punct auf der Erde.

Man findet das Zenith eines Ortes mit Hülfe des Bleiloths (s. Lothrecht) oder einer an ihrem untern Ende mit einem Gewichte beschwerten und oben befestigten Schnur, nach welcher eine Regel mit Dioptern (vergl. auch diesen Art.) oder die Axe eines Fernrohrs lothrecht gestellt werden kann, so daß das Auge dadurch gerade in den Scheitel sieht. Ferner braucht man zu demselben Zwecke auch die Wasserwage,* in-

* Wenn nämlich die Erde als eine Kugel angesehen wird. Wir kommen hinten hierauf zurück.

* Da der besondere Artikel Wasserwage, auf welchen sowohl in Instrumente, 1. Bd., S. 818, als in Nivelliren, 2. Bd., S. 233, hingewiesen worden, an seinem alphabetischen Orte wahrscheinlich durch ein Versehen ausgelassen ist, so tragen wir denselben zur Ergänzung hier in einer Anmerkung nach.

Wasserwage, Horizontalwage; Libella, Libra aquaria; *Niveau*. Ein zur Bestimmung einer genau horizontalen Ebene sehr gebräuchliches Instrument. Es gibt mehrerer solcher Apparate; wir werden uns indessen hier auf die Beschreibung der Wasserwage mit Luftblase (Niveau à bulle d'air), als der einfachsten und jetzt fast ausschließlich gebräuchlichen, beschränken.

Dieses Instrument besteht aus einer gläsernen cylinderförmigen Röhre, welche

dem man durch sie die horizontale Unterlage (z. B. die horizontale Lage des Tisches, auf welchen die Wage gestellt wird) bestimmt, wo dann jede, auf diese horizontale Ebene gezogene Senkrechte eine Verticale ist, d. h. durch

man bis auf eine zurückgelassene Luftblase mit gefärbtem Wasser oder, besser, zur Verhütung des Gefrierens, mit Alkohol gefüllt, dann aber durch einen, mit der Grundfläche parallelen Deckel verschlossen hat, so daß die Oberfläche der Flüssigkeit nach dem bekannten Naturgesetze eine horizontale Ebene bildet. Die zurückgelassene Luftblase wird wegen ihrer specifischen Leichtigkeit stets die höchste Stelle in der Röhre einnehmen, mithin bei schiefer Lage der Letztern nach der höhern Seite zu eilen; bei horizontaler Lage aber, d. h. wenn die ebene Fläche, auf der die Röhre steht, mit der (immer horizontalen) Wasser- (oder Weingeist-) Fläche in derselben parallel läuft, in genau gleicher Entfernung von den Wänden, also im Mittelpuncte des Gefässes bleiben. Bezeichnet man diesen Mittelpunct daher mit einem Pünctchen, so muß die Luftblase gerade über diesem Pünctchen stehen, sobald die Röhre auf einer völlig horizontalen Ebene ruht, und es gibt demnach die Lage der Blase ein sicheres Kennzeichen für den wagrechten Stand der Unterlage der Röhre ab. Auf ein weiteres technisches Detail können wir hier nicht eingehen, und bemerken nur noch, daß bei einer guten Wasserwage die Fläche des Deckels mit der Grundfläche vollkommen parallel, ferner die Luftblase sehr empfindlich, folglich nicht zu klein seyn muß.

Man kann sich eines derartigen Instruments bedienen, um zu untersuchen, um wie viel der eine von zwei bestimmten Puncten über oder unter der erweiterten Horizontalebene des andern liegt, oder wie weit die beiden Horizontalebenen, welche durch diese Puncte gehen, lothrecht von einander abstehen. Diese Operation heißt wasserwägen, oder gebräuchlicher nivelliren (Libellatio; *Nivellement*), und jener lothrechte Abstand das Gefälle von einem Punct zum andern.

das (solchergestalt gefundene) Zenith dieses Ortes geht. Dergleichen feststehende Vorrichtungen dienen, Durchgänge der Sterne durch das Zenith, oder auch ihre kleinen Abstände von demselben zu beobachten.

Wäre unsere Erde eine vollkommene Kugel, so würde das Zenith eines jeden Punctes derselben in der Verlängerung des an diesen Punct gezogenen Erd-Halbmessers liegen, weil bei der Kugel alle Halbmesser auf der Oberfläche senkrecht stehen (also die Richtung der Schwere bezeichnen). Verlängert man daher den an den Ort des Beobachters gezogenen Halbmesser rückwärts bis an die unsichtbare Hälfte der Himmelskugel, so trifft er daselbst das Zenith des Gegenfüßlers oder das Nadir (vergl. d. Art.) des Beobachters, und es ist mithin auch umgekehrt für eine kugelige Erde unser Zenith identisch mit dem Nadir unserer Antipoden.

Wird aber die Erde (vergl. Abplattung) als ein abgeplattetes Sphäroid oder als ein Körper angenommen, der durch die Umdrehung einer Ellipse um ihre kleine Are entstanden ist, so liegt die Verticale (die nach dem Zenith des Beobachters gerichtete Gerade) keineswegs überall in dem Halbmesser, sondern vielmehr in der Normale des von dem Beobachter eingenommenen Punctes, welche Normale nur am Aequator und unter den Polen mit dem Halbmesser zusammenfällt.

Bei der sphäroidisch gedachten Erde muß man daher das beobachtete, das scheinbare, das eigentliche Zenith wohl von dem sogenannten geocentrischen Zenithe unterscheiden, indem Ersteres, zufolge der im Eingange des Artikels gegebenen Definition, durch die Richtung der Schwere (des Bleiloths, der Normale), Letzteres aber durch den (verlängerten) Erdradius des Beobachters bestimmt wird.* Der (Bogen-)

* Es liegen aber das scheinbare und das geocentrische Zenith beide in dem Meridian des Beobachters, und die rechnende Astronomie lehrt aus der Lage des Erstern, welches allein unmit-

Abstand des (Himmels-) Aequators von dem scheinbaren Zenith heißt die beobachtete Polhöhe oder die Breite, und vom geocentrischen Zenith die geocentrische oder verbesserte Polhöhe des Beobachtungsortes.

Das Zenith eines jeden Ortes gehört für denselben in die unbewegliche Himmelskugel (s. Himmelskugel, 1. Bd. S. 760), und bestimmt seinen Horizont und Mittagskreis (Meridian); daher man Städten, deren Zenith für einen einzigen Punct angenommen wird, auch nur einen Horizont und einen Mittagskreis beilegen kann.

Zenithdistanz, s. Abstand vom Scheitel.

Zenithsector, s. Quadrant, in welchem Artikel dieser Name einem nur wenige Grade enthaltenden Kreisausschnitte, womit man sehr scharfe Messungen von Zenithabständen ausführen kann, beigelegt wird.

Die äußerst genauen Beobachtungen, welche besonders seit dem Jahre 1725 über die Aberration der Fixsterne und die Gestalt der Erde angestellt wurden, machten Instrumente (Kreise) nöthig, auf denen sich die einzelnen Bogensecunden noch deutlich erkennen ließen, deren Radius also schon eine beträchtliche Größe (wenigstens 10 bis 12 Fuß) haben mußte; und weil jene Beobachtungen meistentheils in der Nähe des Zeniths, höchstens 3 bis 4 Grade davon entfernt, Statt fanden, so brauchten diese Instrumente auch nur einen sehr kleinen Bogen zu umfassen, weßhalb sie den Namen Sectoren, Zenithsectoren erhielten.

Schon Picard (vergl. d. Art. Abplattung, 1. Bd. S. 21) bediente sich zu seinen Messungen im Jahre 1670 eines Sectors von 10 Fuß, und Hooke um 1699 eines solchen von sogar 36 Fuß Halbmesser; allein der erste Sector, welcher allen Ansprüchen in Betreff der für so feine Beobachtungen erforderlichen Größe und Genauigkeit Genüge leistete, war derjenige, welchen der berühmte Englische Mechaniker Graham im Jahre 1725 für Molyneux construirte (vgl. den Art. Abirrung des Lichtes), und dem bald darauf ein zweiter für Bradley nachfolgte, mit welchem dieser große Astronom die Aberration und die Nutation entdeckte, und dessen Genauigkeit Alles übertraf, was bisher in der Kunst, kleine Winkel zu messen, geleistet worden war. Dieser letztere, also besonders merkwürdige Zenith-Sector wird im Observatorium zu Greenwich aufbewahrt.

Wir müssen uns hier auf diese historischen Notizen beschränken, und diejenigen Leser, welche eine detaillirte Beschreibung eines Zenithsectors verlangen, auf Lalande „Astronomie," 2. Bd. §. 2382 figd. verweisen, woselbst auch eine zum Verständnisse unbedingt nothwendige, kostbare Figur beigefügt ist.

Zerlegung der Kräfte und Bewegungen; Resolutio virium et motus; *Décomposition des forces et du mouvement*. Wenn zwei oder mehrere Kräfte auf einen körperlichen Punct* zu gleicher Zeit wirken, so läßt sich immer eine einzige Kraft angeben, deren Wirkung der Wirkung jener Kräfte gleichkommt, welche man also, ohne die Bewegung des Körpers zu ändern, jenen Kräften substituiren kann (vergl. Zusammensetzung der Kräfte und Bewegungen, welcher Artikel überhaupt mit dem gegenwärtigen im engsten Zusammenhange steht, ja die Ergänzung desselben bildet.) Ebenso kann man nun auch umgekehrt für eine auf den körperlichen Punct wirkende Kraft, zwei oder mehrere, zu-

telbar beobachtet werden kann, die des Letztern herleiten.

* Körperlichen Punct wollen wir hier denjenigen Punct des Körpers nennen, an welchem die Kräfte unmittelbar wirkend angenommen werden (an dem sie gleichsam angebracht sind). Unsere Wissenschaft hat es überdieß nur mit Gestirnen zu thun; wenn man sich daher, wie dieß gewöhnlich geschieht, die ganze Masse eines Gestirns in seinem Schwerpuncte concentrirt denkt (das Gestirn als einen Punct ansieht), so ist eben dieser Schwerpunct der „körperliche Punct."

ſammen dieſelbe Bewegung als die erſtere hervorbringende, Kräfte annehmen, oder jene eine Kraft in mehrere Kräfte zerlegen, und dieſer in der geſammten Mechanik, wie auch in der Aſtronomie ſo ungemein wichtige und fruchtbare Begriff wird mit dem Namen Zerlegung der Kräfte bezeichnet.

Um den Gegenſtand durch ein Beiſpiel zu erläutern, denken wir uns einen Körper (einen körperlichen Punct, vergl. die vorherg. Anmerk.), welcher, von einer Kraft bewegt, während jeder Secunde zehn Fuß in geradliniger Richtung mit gleichförmiger Geſchwindigkeit durchläuft, ſo daß die ihn bewegende Kraft alſo durch die Zahl 10 ausgedrückt werden kann*. Wirken nun ſtatt dieſer einen Kraft 10, zwei reſp. durch die Zahlen 4 und 6, oder drei durch 2, 3 und 5 ausgedrückte (auf dieſelbe Krafteinheit als jene erſtere bezogene) Kräfte auf unſern Körper nach derſelben Richtung, ſo bleibt die Bewegung unverändert, und man ſagt, daß die Kraft 10 im erſten Falle in die beiden Kräfte 4 und 6, und im zweiten in die drei Kräfte 2, 3 und 5 „zerlegt“ worden ſey. Man kann aber auch jener Kraft 10, ohne die Bewegung des Körpers zu ändern, eine nach derſelben Richtung wirkende Kraft 12, und eine nach gerade entgegengeſetzter Richtung hin wirkende, durch — 2 ausgedrückte, ſubſtituiren, oder erſtere in die beiden Kräfte + 12 und — 2 „zerlegen.“ Faßt man nun das Geſagte zuſammen, ſo ergibt ſich folgender Lehrſatz: „Eine jede Kraft a läßt ſich in beliebig „viele nach derſelben oder nach gerade „entgegengeſetzter Richtung mit a wirkende, und auf dieſelbe Krafteinheit bezogene Kräfte m, n, p, q ... zerlegen**, „wenn nur die algebraiſche Summe dieſer letztern oder m + n + p + q ... „= a iſt, wo die, dieſelbe Richtung mit „a befolgenden Kräfte das + und die „in entgegengeſetzter Richtung wirkenden „das — Zeichen erhalten.“

Bis jetzt haben wir nur ſolche Kräfte betrachtet, welche entweder dieſelbe oder doch eine gerade entgegengeſetzte Richtung als die zu zerlegende Kraft hatten, oder deren Richtungen mit der Richtung der letztern einen Winkel = 0 oder = 180° bildeten. Allein das Problem der „Zerlegung der Kräfte“ iſt ein weit allgemeineres, und beruht auf folgendem Satze:

Wenn an dem körperlichen Punct M (Fig. 2 der Tafel XXVII.) eine Kraft R wirkt, die ihrer Größe und Richtung nach durch die Linie MC = R vorgeſtellt wird, ſo kann man, ohne in der Wirkung dieſer Kraft etwas zu ändern, ſtatt ihrer zwei andere Kräfte ſubſtituiren, welche an demſelben Punct M wirken, der Richtung nach durch die zwei Seiten MT und MV des um MC als Diagonale beſchriebenen Parallelogramms dargeſtellt werden, und deren Größen ſich zur Größe der Kraft R, wie jene Linien zu MC verhalten. Da nun der Winkel VMT dieſes Parallelogramms willkührlich gewählt werden kann, ſo läßt ſich das Parallelogramm ſelbſt, welches man auch „Parallelogramm der Kräfte“ nennt, auf unendlich verſchiedene Arten zeichnen, mithin auch jede Kraft auf unendlich viele Arten in zwei andere zerlegen. Nimmt man jenen Winkel 0 oder 180°, ſo kommt man auf den bereits erörterten ſpeciellen Fall.

Jener allgemeine Satz iſt eine bloße Umkehrung des Satzes der „Zuſammenſetzung der Kräfte,“ vermöge deſſen zwei an dem Punct M wirkende, und der Größe und Richtung nach durch die Linien MT, MV dargeſtellte Kräfte in eine einzige zuſammengeſetzt (durch ſelbe erſetzt) werden können, welche letztere Kraft durch die Diagonale MC des Parallelogramms MVTC ausgedrückt wird. Newton hat dieſen Satz als ein Axiom oder als ein Princip der Mechanik aufgeſtellt*;

* Indem man nämlich diejenige Kraft, welche denſelben Körper unter übrigens gleichen Umſtänden binnen 1 Secunde einen Fuß durchlaufen macht, zur Kraft-Einheit annimmt.

** D. h., um es nochmals zu wiederholen, man kann, ohne die Bewegung des Körpers zu ändern, für die Kraft a die Kräfte m, n, p, q ... ſubſtituiren.

* Da die Newton'ſche Behandlung dieſes Gegenſtandes viel einfacher, deutlicher und

seine Nachfolger aber suchten denselben theils durch Versuche* zu bestätigen, theils förmlich zu beweisen. Mais il ne serait pas impossible, sagt Lagrange in seiner théorie des fonctions analytiques, de prouver, que toutes les démonstrations qu'on a données de la composition des forces ne sont que la composition des espaces, déguisées; il n'en faut peut être excepter que celles qui sont fondées sur l'équilibre du *levier* droit. Einen solchen auf die Theorie des Hebels gegründeten scharfen Beweis werden wir aber in dem Artik. Zusammensetzung der Kräfte geben.

Obigem Satze gemäß ist es nun völlig einerlei, ob auf M die Kraft MC = R allein, oder die beiden durch MT, MV dargestellten Kräfte zusammen wirken; und so wie sich jene erste statt der letzten setzen läßt, so lassen sich auch umgekehrt die beiden letzten Kräfte statt jener ersten setzen. — Auf dieselbe Weise kann man dann wiederum MV in MO und MR zerlegen, wodurch die erste Kraft MC in drei andere, MT, MO, MR zerlegt wird u. s. w.

Alles bisher von den Kräften, als Ursache der Bewegungen Entwickelte, gilt offenbar auch von den Wirkungen oder den als Maß jener Kräfte dienenden Bewegungen selbst, insofern solche durch gleiche Zeiten dauern. Denn, da sich diese Bewegungen (vergl. Bewegung zusammengesetzte 1. Bd. S. 121) nach demselben Gesetze als die Kräfte zusammensetzen lassen, so lassen sie sich auch nach diesem Gesetze zerlegen. Wenn nun die Bewegungen gleichförmig sind, so verhalten sich die Räume MC, MT, MV, welche in derselben Zeit durchlaufen werden, wie die Geschwindigkeiten (vergl. den Artikel). Es gelten mithin die Sätze auch von den Geschwindigkeiten, und man kann die Geschwindigkeit nach MC in zwei andere nach MT, MV zerlegen, welche sich zu jener, wie die genannten Linien verhalten.

In dieser ganzen Lehre heißt die zerlegte MC = R die mittlere Kraft, die Resultirende oder Resultante, und MT, MV, in welche selbe zerlegt wird, die beiden Seitenkräfte.

Das Problem über die „Zerlegung der Kräfte" ist nun auf die Auflösung des ebenen Dreiecks MCT zurückgeführt. Sey wiederum die mittlere Kraft MC = R, mit deren Richtung die Seitenkräfte MT, MV resp. die Winkel o und u bilden, so ist, da TC parallel (auch gleich) MV, der Winkel TCM = W. CMV = u, und der dritte Winkel MTC = 180°

überzeugender zugleich, als irgend einer der vielen weitläuftigen und gelehrten Beweise erscheint, so können wir uns nicht enthalten, die eigenen Worte des unsterblichen Mannes hier anzuführen. In der Einleitung zu dem ersten Buche seiner *Principia* heißt es, wie folgt:

Lex II. Si vis aliqua motum quemvis generat, dupla duplum, tripla triplum etc. generabit, sive simul et semel, sive gradatim et successive impressa fuerit. Et hic motus, si corpus antea movebatur, motui ejus vel conspiranti additur, vel contrario subducitur, vel obliquo oblique adjicitur et cum eo secundum utriusque determinationem componitur.

Corollarium. Si corpus, dato tempore, vi sola P in loco M (unserer Figur) impressa, ferretur uniformi cum motu ab M ad T, et vi sola Q, in eodem loco impressa, ferretur ab M ad V: compleatur parallelogrammum MTVC, et vi utraque ferretur eodem tempore corpus in diagonali ab M ad C. Nam quoniam vis Q agit secundum lineam MV ipsi TC parallelam, haec vis (secundum Legem II) non mutabit velocitatem accedendi ad lineam illam TC a vi altera genitam. Accedet igitur corpus eodem tempore ad lineam TC, sive vis Q imprimatur, sive non; atque adeo in fine illius temporis reperietur alicubi in linea illa TC. Eodem argumento in fine ejusdem temporis reperietur alicubi in linea VC, et ideirco in utriusque linea concursu C. Hieraus folgt aber unmittelbar das Theorem von der Zusammensetzung oder von der Zerlegung der Kräfte.

* Ueber den Versuch mit der sogenannten Diagonalmaschine vergl. 1. Bd. S. 122.

— (o + u). Dieses vorausgesetzt, hat man nach dem hinreichend bekannten Satze

M T : M C = Sin u : Sin (o + u) *
T C (= M V) : M C = Sin o : Sin (o + u)

und hieraus ergeben sich die beiden Seitenkräfte, nämlich

$$MT = MC\frac{\text{Sin } u}{\text{Sin } (o+u} = R\frac{\text{Sin } u}{\text{Sin } (o+u)}$$

und

$$MV = TC = MC\,\frac{\text{Sin } o}{\text{Sin } (o+u)} = R\,\frac{\text{Sin } o}{\text{Sin } (o+u)}.$$

Sind überhaupt von den sechs, das genannte Dreieck M C T bestimmenden, Größen R, M T, T C, o, u, 180° — (o + u) drei (etwa wie oben die Resultirende R und die beiden Winkel o, u) gegeben, so kann man daraus die drei andern (oben die beiden Seitenkräfte und den dritten Winkel) berechnen. Ferner folgt aus unsern Gleichungen

$$MT : MV = R\,\frac{\text{Sin } u}{\text{Sin } (o+u)} : R\,\frac{\text{Sin } o}{\text{Sin } (o+u)} = \text{Sin } u : \text{Sin } o,$$

d. h. die beiden Seitenkräfte verhalten sich umgekehrt wie die Sinus der von ihren Richtungen mit der Richtung der mittlern Kraft gebildeten Winkel.

In den meisten Fällen reicht es bei den Aufgaben der Astronomie und Mechanik hin, die beiden Seitenkräfte unter gegen einander senkrechten Richtungen anzunehmen, wodurch das „Parallelogramm der Kräfte" in ein Rechteck verwandelt und der Winkel T M V = o + u = 90°, also dessen Sinus = 1 wird. Dann erhält man

M T = R Sin u = R Sin (90° — o) = R Cos o,
M V = R Sin o und
M T : M V = Cos o : Sin o, d. h.

bei der gedachten Annahme verhält sich eine jede Seitenkraft zu der andern, wie der Cosinus des Winkels ihrer Richtung mit der mittlern Kraft zum Sinus dieses Winkels. Endlich ist in diesem Falle auch noch

$R^2 = \overline{MT}^2 + \overline{MV}^2$, wodurch man die Größe der Resultirenden aus der der Seitenkräfte findet.

Die Anwendungen dieser Sätze sind unzählbar, und erstrecken sich über den ganzen Umfang der mechanischen Wissenschaften. Wenn mehrere Kräfte, auf welche Art es immer sey, so zusammenwirken, daß sie zum Theil einander aufheben, so zerlegt man sie dergestalt in zweierlei Theile, daß einige derselben sich völlig aufheben, die übrigen mit einander parallel wirken, und sich nach eben der Richtung ohne wechselseitige Störung mit einander verbinden. Dieser Methode hat sich d'Alembert in seiner Dynamik mit vielem Vortheile bedient; auch findet man ein Beispiel davon im Artikel Perturbationen 2. Bd. S. 301. — Einen der schönsten Beweise des Theorems der Zerlegung und Zusammensetzung der Kräfte, der aber freilich die Differentialberechnung erfordert, hat *Poisson* in der ersten Ausg. seines Traité de Mécanique gegeben, welcher sogar demjenigen vorzuziehen ist, den ihm der Verfasser in der zweiten Aufl. dieses Werkes zu substituiren suchte.

Zimmer, verfinstertes, dunkle Kammer; Camera obscura; *Chambre noire ou obscure.* Ein eingeschlossener dunkler Raum, in welchen die von irgend einem Objecte ausgehenden Lichtstrahlen nicht anders als durch eine einzige sehr enge Oeffnung einfallen können, von der aus sie divergirend auf einer gegenüberstehenden Wand oder auf einem dagegen gehaltenen Papier sich ausbreiten, und eine mit den natürlichen Farben versehene, jedoch verkehrt stehende, Abbildung des Objects hervorbringen, wird im Allgemeinen mit diesem Namen belegt. Schon aus dieser Definition geht hervor, daß der Gegenstand in seiner ganzen Ausdehnung eigentlich in die Optik, als die Lehre vom Lichte, gehört, daher wir denselben hier nur insofern zu behandeln haben, als die Astronomie sich ehedem einer solchen Veranstaltung zu Beobachtungen der Sonne und besonders der Sonnenflecken bediente, in

* Indem der M C gegenüberliegende Winkel = 180° (o + u) und Sin 180° (o + u) = Sin (o + u) ist.

welchem letztern Artikel 2. Bd. S. 432 unter diesem Gesichtspuncte auch hieher verwiesen worden ist.

Sey also Figur 3 der Tafel XXVII. ABCD der eingeschlossene Raum, in den das Licht bloß durch die Oeffnung E einfallen kann, welche Oeffnung, vorausgesetztermaßen, so klein ist, daß sie nur wenige, gleichsam nur einen Strahl von dem erleuchteten Gegenstande FG hindurchgeben läßt. Auf diese Weise sendet jeder Punct von FG nur einen einzigen Lichtstrahl durch E. welcher die gegenüberliegende Wand DC trifft, und es erhält jeder Punct dieser Wand nur Licht von einem einzigen Puncte des Gegenstandes, von demjenigen nämlich, der mit ihm und E in einer geraden Linie liegt, z. B. f von F, g von G. Da nun jeder Punct, welcher Licht erhält, der Erfahrung gemäß, auch wieder Licht von sich sendet, so wird ein Auge, das die Wand DC betrachtet, von jedem Puncte derselben Licht bekommen, das von einem bestimmten Puncte des Gegenstandes FG herrührt. Das Auge wird also genau dieselbe Empfindung haben, als ob es den entsprechenden Punct des Gegenstandes selbst sähe. So wird F in f, G in g erscheinen, und es wird sich ein getreues Bild des erleuchteten Gegenstandes (mit dessen natürlichen Farben, wenn die Wand weiß ist) zeigen, welches jedoch eine verkehrte Lage hat, weil sich die Strahlen in der Oeffnung E durchkreuzen, mithin die oberen herunter und die von der rechten Seite auf die linke kommen.

Wenn man also ein gewöhnliches Zimmer durch Verschließung der Fenster mit Laden gänzlich verdunkelt, und nur in einem Laden eine kleine runde Oeffnung läßt, so zeichnen sich gegenüberliegende hinreichend erleuchtete Gegenstände, als Häuser, Bäume u. s. w., also auch die Sonnenscheibe verkehrt an der Wand ab, und es werden die solchergestalt erlangten Bilder desto größer ausfallen, je weiter die Wand von der Oeffnung absteht.

Bis jetzt haben wir angenommen, daß die Oeffnung E ein bloßer Punct sey. Bei der Anwendung selbst ist dieß jedoch nicht möglich, indem der Laden, um das Licht abzuhalten, eine gewisse Dicke haben, mithin die in ihm cylindrisch eingebohrte Oeffnung einen dieser Dicke entsprechenden Umfang bekommen muß. Wäre jene Oeffnung nämlich allzuenge, so würden die Lichtstrahlen nicht hindurchgehen, sondern an die innern Wände derselben anprallen, und daselbst aufgefangen werden. Man muß also vielmehr die Oeffnung E als einen Cylinder betrachten, dessen innere Grundfläche ein kleiner Kreis ist. Bei dieser Annahme aber sendet der Punct F z. B. nicht, wie oben vorausgesetzt worden, bloß den einzigen Lichtstrahl Ff, sondern den ganzen Strahlenkegel Fvφ hindurch, und verbreitet das Licht, welches er der Wand gibt, durch einen kreisförmigen Raum vom Durchmesser vφ. Es vermischt sich demnach auf demselben Puncte der Wand Licht von mehrern Puncten des Gegenstandes, wie z. B. h Licht von allen den Puncten empfängt, die zwischen H und J liegen, woraus Undeutlichkeit des Bildes entsteht. Jeder Punct des Gegenstandes FG breitet sein Bild, welches auch ein Punct seyn sollte, durch einen ganzen Kreis aus; diese Kreise greifen in einander, vermischen ihre Farben und machen die Umrisse verworren und unbestimmt. Es hängt daher die Helligkeit des Bildes von der Anzahl der durch die Oeffnung E hindurchgehenden Lichtstrahlen, die Deutlichkeit desselben aber von der Kleinheit der Oeffnung ab, und es bleiben die Bilder noch deutlich genug, so lange nur diese Oeffnung E nicht gar zu groß ist.

Würde hingegen bei E ein ganzes Fenster geöffnet, so wird jeder Punct, wie F, auf die Wand eine Strahlenpyramide senden, von der das Fenster einen Durchschnitt bildet. Jeder Punct wird nun sein Licht auf der Wand durch die ganze Grundfläche dieser Pyramide verbreiten, und daher das Auge Licht von allen Puncten der Wand empfangen, das sie von unzähligen Stellen des Gegenstandes zugleich erhalten haben. Mithin wird das Auge bloß die Erleuchtung der Wand, aber nicht mehr ein Bild des Gegenstandes wahrnehmen.

Wenn man in die Oeffnung ein convexes Glas einsetzt, so werden die Bilder weit lebhafter, indem dann das Glas

alle diejenigen Strahlen in demselben Puncte der Wand vereinigt, die aus einem Puncte des Gegenstandes divergirend oder parallel auf seine Fläche fallen. Soll hiebei die gehörige Deutlichkeit stattfinden, so muß die Wand vom Glase genau um die Vereinigungsweite abstehen, welche für sehr entfernte Gegenstände der Brennweite gleich ist, für nähere aber größer wird.

An einem im „verfinsterten Zimmer" aufgefangenen Sonnenbilde beobachtete Kepler unter den Neuern zuerst einen Sonnenflecken (vergl. d. A. 2. Bd. S. 432). Jetzt aber ist ein solcher Apparat zu astronomischen Zwecken durchaus nicht mehr im Gebrauche, und man wendet bei allen Beobachtungen der Sonne lieber ein Fernrohr mit einem vor dem Ocular eingeschraubten dunkeln Planglase an.

Zodiakal-Armilla, s. Ringkugel, in welchem Artikel eine vollständige Beschreibung dieses Instruments gegeben wurde, daher wir uns hier auf historische Notizen und einige andere, den Gegenstand erläuternde Bemerkungen, beschränken können.

Die ältern Astronomen bedienten sich, da sie weder Uhr noch Fernrohr besaßen, der Ringkugeln, der „Zodiakal-Armillen," um die Längen und Breiten der Gestirne durch unmittelbare Beobachtungen zu erhalten. Eratosthenes soll sie zuerst in Gebrauch gebracht haben, Hipparchus und Ptolemäus (vergl. Länge der Gestirne 2 Bd. S. 6) machten von denselben vielseitig Anwendung, und die Alexandrinischen Armillen waren im Alterthume sehr berühmt. Man brachte, um das Instrument zu gebrauchen, die Ekliptik und den Aequator in dieselbe Lage, wie solche am Himmel dem Augenblicke der Beobachtung entsprach, und richtete dann einen um die Pole der Ekliptik beweglichen Kreis (einen Breitenkreis, wie wir jetzt sagen würden), auf welchem Dioptern, um nach einem Gestirne zu visiren, angebracht waren, nach diesem Gestirne zu. Derjenige Punct, wo dieser Kreis die Ekliptik traf, gab die Länge des Gestirns, der Abstandsbogen auf dem beweglichen Kreise selbst seine Breite an. Die Beobachtung läßt sich am besten anstellen, wenn man, etwa um die Stellung des Mondes zu finden, den Ort der Sonne am Instrumente durch unmittelbares Visiren nach derselben in die richtige Stellung bringen konnte. Wollte man ferner den Zeitpunct bestimmen, wo die Sonne sich eben im Aequinoctium befand, so stellte man das Instrument genau auf, und beobachtete, wenn der Schatten der einen Hälfte des künstlichen Aequators auf die andere fiel. In diesem Augenblicke war dann die Sonne in der Ebene des Aequators. Fand solches aber weder am gestrigen noch am heutigen Tage genau Statt, sondern war die Sonne während der dazwischen liegenden Nacht durch die (Frühlings- oder Herbst-) Nachtgleiche gegangen, so suchte man zwei Zeitpuncte zu erhalten, wo obiger Schatten das eine Mal nördlich, das andere Mal südlich um gleich viel von der Richtung der Ebene des Aequators abwich, und konnte dann die in der Mitte zwischen jenen Beobachtungen liegende Zeit als Zeit der Nachtgleiche ansehen.

Es hat indessen große Schwierigkeiten, das Instrument in der jedem Augenblicke entsprechenden, richtigen Stellung zu erhalten, weil die Lage der Ekliptik (ihr Winkel mit dem Horizonte) sich fortwährend ändert, und können mithin die auf diese Weise angestellten Beobachtungen, obwohl sie für jene Zeiten von großem Werthe waren, auf unser Zutrauen wenig Anspruch machen. Tycho de Brahe verfiel zuerst darauf, mittelst solcher Ringkugeln, die er deßhalb Aequatoreal-Armillen nannte, die gerade Aufsteigung und Abweichung der Gestirne zu beobachten, indem er, statt wie seine Vorgänger die Ekliptik und den Breitenkreis, vielmehr den Aequator nebst einem Abweichungskreise benutzte; und die von ihm erzielten Resultate sind, da der Winkel des Aequators mit dem Horizonte (die Aequatorshöhe des Beobachters) stets derselbe bleibt, also das Instrument, einmal in die richtige Stellung gebracht, fortwährend darin erhalten werden kann, viel sicherer. Aus Rectascension und Deklination wurden dann aber Länge und Breite berechnet. — Heutzutage werden die Armillen zu kei-

nerlei astronomischen Zwecken mehr angewendet.

Zodiakallicht, s. Thierkreislicht.

Zodiakus, s. Thierkreis.

Zonen, s. Erdstriche.

Zurückwerfung der Lichtstrahlen, Reflexionen des Lichtes, Zurückstrahlung; Reflexio radiorum lucis; *Réflexion de la lumière.* So wie die Theorie der Refractoren eine genaue Kenntniß der Gesetze der Brechung der Lichtstrahlen (s. d. A.) voraussetzt, so ist die Lehre von den Reflectoren mit der der Zurückwerfung des Lichts auf das Engste verbunden (vergl. Spiegel), weshalb wir den Gegenstand mit aller der Wichtigkeit desselben angemessenen Ausführlichkeit erörtern müssen.

Im naturwissenschaftlichen Sinne überhaupt versteht man unter Zurückwerfung die Veränderung der Richtung, welche bewegte Körper vermöge ihrer Elasticität erleiden, wenn sie an Hindernisse stoßen, und hierdurch abgehalten werden, ihre Bewegung in der ursprünglichen Richtung fortzusetzen. Zurückwerfung des Lichtes heißt demnach das Zurückspringen oder Abprallen der Lichtstrahlen, wenn sie auf Oberflächen solcher Körper fallen, welche entweder ganz oder in einem gewissen Grade undurchsichtig sind*. Dieser Eigenschaft gemäß sendet die undurchsichtige Fläche DE Figur 4. der Tafel XXVII. den Lichtstrahl AB nach der Richtung BC zurück. Ist die Fläche DE zugleich eben (glatt), so werden die Strahlen in eben derselben Ordnung zurückgeworfen, in welcher sie einfielen, und zeigen dem Auge Bilder der Gegenstände, von denen sie ausgingen. Ist hingegen jene Fläche rauh, so wirft selbe das Licht so unordentlich und nach so vielen verschiedenen Richtungen zurück, daß das Auge kein Bild der Gegenstände gewahr wird, sondern nur Erleuchtung, mithin die Fläche selbst, bemerkt. Auf dieser allgemeinen Eigenschaft des Lichtes beruhen die Phänomene des Sehens vermittelst der Spiegel, vergl. d. AA. Spiegelquadrant, Spiegelteleskop, weshalb es unumgänglich nothwendig erscheint, die Gesetze der Zurückwerfung, obgleich dieselben eigentlich vor das Forum der Physik gehören, auch hier, der Vollständigkeit wegen, abzuhandeln.

Um aber das Gesetz, nach welchem sich die Zurückstrahlung richtet, genau bestimmen zu können, stellt man sich an dem Einfallspuncte (Punctum incidentiae; Point d'incidence) B (wieder Fig. 4 Taf. XXVII), wo der einfallende Strahl (Radius incidens; Rayon incident) AB die zurückwerfende Fläche DBE trifft, eine auf dieser Fläche lothrecht stehende Gerade FB vor. Diese Linie heißt das Einfallsloth oder Neigungsloth (Cathetus incidentiae; Cathète d'incidence), der Winkel ABF oder u, welchen der einfallende Strahl mit ihr macht, der Einfallswinkel (Angulus incidentiae; Angle d'incidence) und der Winkel FBC oder y, den der zurückgeworfene Strahl BC mit dem Einfallslothe bildet, der Zurückwerfungs- oder Reflexionswinkel (Angulus reflexionis; Angle de réflexion)*. Die durch das Einfallsloth und den einfallenden Strahl gelegte Ebene, oder die erweiterte Ebene des Einfallswinkels ABF (und ABD) heißt endlich die Zurückwerfungsebene (Planum reflexionis; Plan de réflexion).

* Gänzlich durchsichtige Körper würden der Fortpflanzung des Lichts kein Hinderniß entgegen stellen, welches doch nach oben die Hauptbedingung aller Zurückwerfung ausmacht.

* Sehr oft werden aber auch diejenigen Winkel, welche der einfallende und der zurückgeworfene Strahl mit der Ebene DBE selbst machen, nämlich ABD und CBE oder o und x, welche u und y zu 90° ergänzen, Einfalls- und Reflexionswinkel genannt. Klügel nennt u den Einfallswinkel und o den Neigungswinkel. Andere Schriftsteller hingegen, besonders Lambert und Kästner, nennen o den Einfallswinkel, so daß dieser Name hier in einem andern Sinne, als bei der Brechung gebraucht wird, wo er den Winkel des einfallenden Strahles mit dem Einfallslothe (vgl. 1. Bd. S. 125) oder u bezeichnet.

Dieses vorausgesetzt, sind nun die Gesetze der Zurückstrahlung folgende:

1) Wenn ein Lichtstrahl von einer undurchsichtigen Fläche zurückgeworfen wird, so bilden der einfallende und der zurückgeworfene Strahl mit jener Fläche selbst (folglich auch mit dem Einfallslothe) gleiche Winkel, oder: Der Zurückwerfungswinkel ist dem Einfallswinkel gleich. Dieser Satz gilt, in welchem Sinne (vergl. die letzte Anmerkung) man auch die Benennungen des Einfalls- und Zurückwerfungswinkels nehmen mag (es ist nämlich $u = y$, mithin auch $90^o - u = 90^o - y$, d. h. $o = x$).

2) Der zurückgeworfene Strahl bleibt in der Zurückwerfungsebene, welche in der Figur die Ebene des Papiers ist. Man kann sich daher bei allen katoptrischen Zeichnungen erlauben, die zurückgeworfenen Strahlen in der Ebene des Papiers fortgehen zu lassen, wofern nur die einfallenden Strahlen und die Einfallslothe gleichfalls in dieser Ebene liegen.

Diese Gesetze werden durch die Erfahrung auf vielfache Weise bestätigt. Wenn wir einen Gegenstand im Planspiegel erblicken, kann man von diesem Gegenstande und unserm Auge gerade Linien bis zu demjenigen Puncte des Spiegels, hinter dem er erscheint, ziehen, welche mit der Ebene des Spiegels gleiche Winkel machen. Diese Linien aber sind die Wege des einfallenden und des zurückgeworfenen Lichtes. Setzt man eine ebene Fläche wie ADEC auf einen Spiegel senkrecht, nimmt auf ihrer Durchschnittslinie DE mit demselben BD = BE, und errichtet aus D und E gleiche Perpendikel DA und EC, so daß Winkel $o = x$ wird, so erscheint ein glänzender Gegenstand, z. B. eine Stecknadel, in einen Punct der Linie AB gesteckt, einem Auge, das sich in der Linie BC befindet, im Spiegel in der verlängerten CB, und wird nicht mehr gesehen, sobald man den Punct B bedeckt, oder eine zweite Nadel in die Linie BC steckt, vor welcher das Auge den Punct C nicht sehen kann. Dieser Versuch ist so leicht anzustellen, und gewährt eine solche sinnliche Ueberzeugung von der Richtigkeit obiger Gesetze, daß wir ihn unsern Lesern dringend anempfehlen. Im verfinsterten Zimmer ferner (vgl. Zimmer, verfinstertes), wo man den Weg des durch eine enge Oeffnung einfallenden Lichtstrahles sehen, ihm einen Spiegel vorhalten, und den Einfalls- und Zurückwerfungswinkel messen kann, zeigt sich die Richtigkeit jener Gesetze noch deutlicher. Endlich stimmen alle auf dieselben begründete Theorieen und Erklärungen mit der Erfahrung vollkommen überein.

Obgleich das Gesetz der Gleichheit des Einfalls und Zurückstrahlungswinkels schon in den ältesten Zeiten bekannt war, und namentlich von den Weltweisen der Platonischen Schule überall erwähnt wurde, wo sie vom Wege des Lichtes und vom Bilde im Spiegel sprechen, so ist dennoch der Entdecker dieses Gesetzes durchaus unbekannt. Priestley* ist der Meinung, daß die Beobachtung der Sonnenstrahlen, wie sie von der Oberfläche des Wassers oder eines andern glatten Körpers zurückgeworfen werden, zu dieser Entdeckung Anlaß gegeben habe. Denn, nach ihm, mußte man bemerken, daß, wenn der Strahl fast senkrecht auffiel, er auch ebenso wieder zurückprallte, daß er aber schief zurückging, sobald er schief aufgefallen war. Machte man dann aber einige noch so rohe und unvollkommene Versuche, diese Winkel zu messen, so mußte man auch ihre Gleichheit finden und als erwiesen annehmen, ferner bemerken, daß der einfallende und zurückgehende Strahl beide

* Priestley (Joseph), ein gelehrter Theolog und berühmter Physiker, geb. 1733 bei Leeds in England, lehrte als Prediger zuerst in Leeds, dann in London, und zuletzt in Northumberland, einer Stadt Pennsylvaniens, wo er am 6ten Februar 1804 starb. Er hat eine Menge von Schriften herausgegeben, unter andern eine „Geschichte der Entdeckungen über die Vision, das Licht und die Farben." Mit bei weitem weniger Glück wendete er sich der Metaphysik zu, wodurch er sich seine frühern Freunde entfremdete. Als Physiker und Chemiker aber steht er unter den Vordersten seiner Zeit.

in eben derselben auf der zurückwerfenden Fläche senkrechten Ebene liegen.

Das Gesetz der Zurückstrahlung des Lichts stimmt mit dem allgemeinern Gesetze, nach welchem jeder Körper von einem unbeweglichen Hindernisse vermittelst der Elasticität zurückgeworfen wird, so vollkommen überein, daß es sehr natürlich war, die Zurückstrahlung als eine Wirkung des Stoßes zu betrachten, welchen das auf undurchdringliche Hindernisse treffende Licht erleidet. Aus diesem Grunde erklärte Descartes die Zurückstrahlung auf gleiche Weise, wie jede Zurückwerfung fester Körper, ohne dabei auf Elasticität Rücksicht zu nehmen. Huygens hingegen, welcher die Gesetze des Stoßes besser kannte, suchte mit Recht die Ursache der Reflexion in der Elasticität der Körper; allein auch er fand hiebei kein Bedenken, die Zurückstrahlung als eine Wirkung des Stoßes anzusehen, welche Ansicht auch Euler* in sein System aufnahm.

So leicht und einfach indessen diese mechanische Erklärung der Zurückstrahlung aus den allgemeinen Gesetzen des Stoßes elastischer Körper beim ersten Anblicke erscheint, so zeigen sich dennoch bei genauerer Betrachtung unüberwindliche Schwierigkeiten gegen dieselbe, und Newton hat (Optices L. II. P. 3. Prop. 8.) ausführlich bewiesen, daß bei der Reflexion Umstände vorkommen, welche sich aus einem Anstoßen des Lichtes schlechterdings nicht mehr erklären lassen. Es würde uns viel zu weit führen, wenn wir die Untersuchungen des großen Mannes hier umständlich entwickeln wollten, daher wir uns begnügen müssen, den Leser auf das genannte Werk zu verweisen, und nur noch bemerken, daß Newton Brechung und Zurückwerfung des Lichts aus derselben Ursache, aus einer nur unter verschiedenen Umständen sich verschieden äußernden Kraft herleitet (vgl. auch den Artikel Brechung 1. Bd. S. 130). In ihrer höchsten Vollendung wurde die Newton'sche Theorie der Reflexion zuletzt noch von Biot (Traité de Physique expérimentale et mathématique. Paris 1816) bearbeitet. Die übrigen literarischen Notizen findet man im Art. Katoptrik, unter welchem Namen die Lehre von der Zurückwerfung des Lichts in der Optik bekanntlich behandelt wird.

Zurückwerfungsebene } s. d. vorangst. Art. „Zurückwerfung der Lichtstrahlen"

Zurückwerfungswinkel } s. d. vorangst. Art. „Zurückwerfung der Lichtstrahlen"

Zusammenkunft, s. Aspecten.

Zusammensetzung der Kräfte und Bewegungen; Compositio virium et motus; *Composition des forces et du mouvement.* Wenn ein Körper* mehreren Bewegungen, deren Richtungen beliebige Winkel mit einander bilden, zu gleicher Zeit unterworfen wird, so entsteht eine Bewegung desselben nach einer andern, im Allgemeinen** von der jeder Einzelbewegung abweichenden Richtung, welche man zusammengesetzte Bewegung nennt. Jede Bewegung kann aber als Wirkung einer Kraft gedacht werden, daher nach dem eben

* Nova theor. lucis et colorum, in Opusc. varii argum. Berol. 1746. 4. Cap. IV. §§. 71, 72.

* In diesem ganzen Artikel betrachten wir den Körper als einen körperlichen Punct, vergl. Zerlegung der Kräfte. 2. Bd. S. 759.

** Wird der Körper von mehrern, sämmtlich in derselben Richtung wirkenden Kräften getrieben, so bewegt er sich nothwendigerweise in dieser Richtung, und seine Geschwindigkeit ist der Summe der Geschwindigkeiten gleich, welche ihm jede dieser Kräfte einzeln verliehen haben würde. Wirken hingegen einige der Kräfte in gerade entgegengesetzter Richtung der andern, so wird der bewegte Körper die Richtung derjenigen Kräfte befolgen, deren Summe am größten ist, und seine Geschwindigkeit der Differenz der Kräfte (indem man die in dem einen Sinne wirkenden als positiv, die entgegengesetzten als negativ betrachtet) proportional seyn.

In allen andern Fällen aber weicht, wie im Texte steht, die Richtung des bewegten Körpers von den Einzelrichtungen der ihn bewegenden Kräfte ab.

Gesagten zwei oder mehrere nach verschiedenen Richtungen treibende Kräfte genau dieselbe Wirkung ausüben, als eine einzige Kraft, welche nach einer gewissen, zwischen jene fallenden Richtung wirkte.

Nehmen wir z. B. an, daß im Körper M (Fig. 2 der Tafel XXVII) zwei gleichförmige Bewegungen zugleich erzeugt werden, deren eine ihn während einer bestimmten Zeit durch den Raum M V, die andere aber in derselben Zeit durch M T führen würde, so entsteht aus beiden eine neue, eine zusammengesetzte geradlinige Bewegung, vermittelst welcher der Körper die Diagonale M C des Parallelogramms M V T C durchläuft (vgl. Bewegung zusammengesetzte 1. Bd. S. 121). Stellt man sich nun jene Bewegungen durch M V und M T als Wirkungen von Kräften vor, deren Richtungen resp. nach M V und M T gehen, und deren Größen sich wie M V : M T verhalten, so wird man sich auch die zusammengesetzte Bewegung durch M C als Wirkung einer neuen Kraft denken können, deren Richtung nach M C geht, und deren Größe sich zu jenen wie M C zu M V und zu M T verhält. Es tritt hier mithin der Fall ein, daß zwei zusammenkommende Kräfte dieselbe Wirkung ausüben, wie eine dritte Kraft, die sich aus jenen nach den Regeln der zusammengesetzten Bewegung, wie solche l. c. auseinandergesetzt worden, bestimmen läßt, und diese Verbindung mehrerer einfacher Bewegungen zu einer zusammengesetzten, oder mehrerer Kräfte zu einer einzigen, dieselbe Wirkung als jene hervorbringende Kraft, heißt Zusammensetzung der Kräfte und Bewegungen. Bei den Kräften insbesondere nennt man die den beweglichen Körper treibenden die Seitenkräfte, die aus ihnen zusammengesetzte die mittlere Kraft, und die Richtung der letztern die mittlere Richtung.

Wie man aus dem beigebrachten Beispiele ersieht, wird die Zusammensetzung der Bewegungen mittelst des Satzes vom „Parallelogramm der Kräfte" ausgeführt, welcher Satz sich gleichfalls im ersten Bande S. 121 vorgetragen findet, und den man etwa auf folgende Art beweisen könnte.

Indem der bewegte Körper die Linie M V (unserer Figur 2) zurücklegt, stelle man sich vor, daß (um der Bewegung nach der Richtung M T zu genügen) alle Puncte des Weges M V parallel mit M T fortschreiten und so in der ganzen Zeit jeder derselben einen Weg = M T zurücklege. Dann ist am Ende dieser Zeit der Körper in Beziehung auf die Richtung M V im Puncte V, dieser Punct selbst aber, und mithin auch der Körper in C, dem Endpuncte der Diagonale M C, indem die ganze Linie M V jetzt die Lage T C hat. Während der Hälfte der Zeit würde ihn die eine Bewegung bis auf die Hälfte* des Weges M V, die zweite ebenso bis $^1/_2$ M T geführt haben; er wird also in dieser Hälfte der Zeit auf der Mitte der Diagonale M C seyn. So läßt sich beweisen, daß der Körper am Ende eines jeden Zeittheiles in irgend einem Puncte dieser Diagonale seyn, also am Ende der ganzen Zeit die gerade Linie M C beschrieben haben muß.

Einen strengen, auf die Theorie des Hebels gegründeten Beweis der Zusammensetzung der Kräfte hat Kästner** gegeben, und wir halten es der Wichtigkeit des Gegenstandes für angemessen, diesen schon im Artikel „Zerlegung der Kräfte" erwähnten Beweis hier unsern Lesern vollständig mitzutheilen.

Wir legen dabei den bekannten Satz zu Grunde, daß zwei an den Endpuncten eines Hebels wirkende Kräfte im Gleichgewichte stehen, wenn sie sich umgekehrt wie ihre senkrechten Abstände vom Ruhepuncte (Hypomochlium) verhalten. Wenn daher A B (Fig. 5 d. Taf. XXVII) einen solchen Hebel vorstellt, an welchem in A und B die Kräfte P und Q unter einem beliebigen*** Winkel mit A B wirken, und dessen Ruhepunct C dergestalt angenommen worden, daß Gleichgewicht Statt findet, so hat man, wenn überdieß C D und C E resp. senkrecht auf den Rich-

* Wir erinnern nochmals, daß hier beide Bewegungen gleichförmig vorausgesetzt werden.

** Vectis et compositionis virium theoria evidentius exposita, Lips. 1753. 4.

*** Es dürfen jedoch wegen des Folgenden die Richtungen der beiden Kräfte nicht parallel mit einander angenommen werden.

lungen der Kräfte P und Q stehen, nach obigem Satze

$$P : Q = CE : CD.$$

Da man jede Kraft, ohne die Wirkung derselben zu ändern, an einem beliebigen, in ihrer Richtung liegenden Punct angebracht denken kann, so wollen wir den Punct M, wo sich die Richtungen der beiden Kräfte P, Q schneiden, zum gemeinschaftlichen Angriffspuncte dieser Kräfte nehmen, und uns demgemäß die letztern, als an M unmittelbar wirkend, vorstellen. Die Richtung der mittlern Kraft muß nun, indem, vorausgesetztermaßen, Gleichgewicht herrschen soll, durch den festen Punct C gehen, oder es muß MC die mittlere Richtung seyn, nach welcher die Kräfte P, Q einen Druck auf C ausüben.

Um diese Richtung näher zu bestimmen, ziehe man die Geraden CT, CV resp. parallel mit MB und MA, so ist Wink. CTD = W. TME = W. CVE, und es sind mithin die beiden rechtwinkligen Dreiecke CDT, CVE einander ähnlich, woraus die Proportion

$$CV : CT = CE : CD \text{ oder da } CV = MT,\ CT = MV,$$
$$MT : MV = CE : CD, \text{ d. h. nach oben}$$
$$MT : MV = P : Q \text{ folgt.}$$

Wenn man also auf den Richtungen zweier Kräfte P, Q, von dem Puncte M, wo sie einander schneiden, an, zwei Linien MT, MV nimmt, die sich wie jene Kräfte P, Q, verhalten, und das Parallelogramm MTCV unter diesen Linien ergänzt, so stellt die Diagonale MC die mittlere Richtung vor, oder die beiden Kräfte P, Q nach den Richtungen MA, MB, werden zusammen den Punct M genau eben so follicitiren, wie eine einzige Kraft, welche auf ihn nach der Richtung MC wirkte.

Es bleibt nun noch zu beweisen, daß diese mittlere, nach MC wirkende Kraft, auch der Größe nach der Diagonale MC proportional seyn müsse, oder daß sie sich zu den beiden Seitenkräften wie MC zu MT und MV verhalte. Diesen Beweis führt Käſtner auf folgende Art:

An dem Körper M (Fig. 6 der Tafel XXVII) wirken wiederum zwei Kräfte, deren Richtungen und Größen durch die Geraden MT, MV ausgedrückt werden; dann gibt nach dem Vorhergehenden die Diagonale MC die Richtung der mittlern Kraft an. Man sucht nun die Größe dieser nach MC gerichteten Kraft, welche Größe wir = x setzen wollen.

Man denke sich die Verlängerung von CM als einen Faden in der Richtung Mc, so wird an diesem Faden eine Kraft nach Mc ziehen können. Nun nehme man diese letztere Kraft der Resultirenden der beiden Kräfte MT und MV der Größe nach gleich, also ebenfalls = x, der Richtung nach aber entgegengesetzt an. Dann wird, da jetzt zwei gleiche Kräfte (x) nach entgegengesetzten Richtungen am Puncte M wirken, Gleichgewicht herrschen, d. h. die beiden Kräfte MT, MV, und die (der Größe nach noch unbekannte) Kraft x in der Richtung Mc erhalten einander an M im Gleichgewicht. Man kann daher auch x und MT als zwei Seitenkräfte ansehen, denen eine mittlere Kraft entspricht, die mit MV im Gleichgewichte steht, folglich MV (gleich und) gerade entgegengesetzt seyn muß*. Verlängert man demnach MV rückwärts oder nach Mu hin, so erhält man die Richtung dieser mittlern Kraft, welche andererseits nach dem vorher Bewiesenen zugleich die Richtung der Diagonale des aus den Seitenkräften x und MT gebildeten Parallelogramms McuT (wo jedoch die Länge der Geraden Mc = x noch unbekannt ist) abgibt. Betrachtet man aber die beiden Dreiecke MCV und Mcu, so ist in selben cu = MT = CV, W. MVC = W. Muc (als Wechselwinkel zwischen Parallelen), W. CMV = W. cMu (als Scheitelwinkel); mithin sind die genannten Dreiecke congruent und Mu = MV, Mc = MC = x. Es stellt daher die Diagonale MC nicht nur die Richtung, sondern auch die Größe der mittlern Kraft, die den beiden Seitenkräften MT, MV

* Es ist nämlich offenbar, daß, wenn drei (oder auch beliebig viele, n) Kräfte im Gleichgewichte stehen, die Resultirende von zweien (oder n − 1) derselben der dritten (der nten) Kraft gleich und gerade entgegengesetzt seyn muß.

entspricht, vor, welches zu beweisen war.

Wenn daher ein Körper M von zweien Kräften zugleich getrieben wird, welche sich den Richtungen und Größen nach wie die Geraden MT, MV verhalten, so ist die Wirkung auf den Körper dieselbe, als ob ihn nur Eine Kraft triebe, deren Richtung und Größe durch die Gerade MC (die Diagonale des Parallelogramms MTCV) ausgedrückt wird.

Da in jedem Paralellogramm die Diagonale kleiner als die Summe zweier anstoßenden Seiten ist, so kann die mittlere Kraft MC nie so groß als die Summe der beiden Seitenkräfte MT + MV seyn, und es geht demnach bei jeder Zusammensetzung ein Theil der Kräftensumme verloren. Dieser Verlust ist um so großer, je größer der W. TMV ist, den die Richtungen der Seitenkräfte mit einander bilden, mithin geringer, wenn dieser Winkel klein ist, oder die Richtungen beider Seitenkräfte mehr conspiriren.

Ist der genannte Winkel TMV = 90°, und kennt man die Seitenkräfte MT = p, MV = q, so gibt die Trigonometrie die mittlere Kraft oder

$$MC = \sqrt{(p^2 + q^2)},$$

ferner $\text{Sin TMC} = \frac{q}{MC} \text{ Sin VMC} = \frac{p}{MC}$.

Wirken drei oder mehrere Kräfte zu gleicher Zeit, so kann man zuerst zwei davon zusammensetzen, dann setzt man die hieraus entstandene mittlere Kraft, als eine Seitenkraft betrachtet, mit der dritten, u. s. w. zusammen. Auf diese Weise findet man aber leicht, daß die mittlere Kraft aus drei einen Körper zusammen angreifenden Kräften der Diagonale eines Parallelepipedums gleich ist, dessen drei Seitenlinien (Kanten) jene drei Kräfte der Größe und Richtung nach vorstellen.

Bringen endlich die Kräfte keine gleichförmigen Bewegungen (wie solche bisher stets vorausgesetzt worden) hervor, so kann man dieselben doch wenigstens in unendlich kleinen Zeitelementen als gleichförmig betrachten, und aus der Zusammensetzung der Elemente des Weges Differentialgleichungen für dieselben herleiten. Auf diese Weise findet man, daß die zusammengesetzte Bewegung geradlinig bleibt, sobald die Seitenkräfte fortwährend sich selbst parallel bleiben, und die Geschwindigkeiten, welche sie an jedem Puncte des Weges hervorbringen, dasselbe Verhältniß zu einander haben. Aendern sich hingegen die Richtungen der Kräfte, oder die Verhältnisse der Geschwindigkeiten, so wird der vom bewegten Körper beschriebene Weg eine krumme Linie, deren Natur aus jenen Differentialgleichungen gefunden werden muß. Es bleibt demnach die „Zusammensetzung der Kräfte und Bewegungen" immer die Grundlage, auf welche fast alle Untersuchungen der höhern Mechanik, selbst bei krummlinigen Bewegungen, gebaut werden müssen, wie solches in den AA. Centralbewegung, Wurf, welche zugleich als Beispiele der Anwendung der so eben entwickelten Sätze dienen können, geschehen ist.

Da sich die Wege MT, MV, MC, welche in gleichen Zeiten mit gleichförmiger Bewegung beschrieben worden, wie die diesen Bewegungen entsprechenden Geschwindigkeiten verhalten, so drücken die Verhältnisse derselben zu einander nicht nur Verhältnisse der Bewegungen und Kräfte, sondern auch der Geschwindigkeiten aus. Man kann demnach auch Geschwindigkeiten zusammensetzen, oder annehmen, daß der Körper M, welchem die beiden, durch die Geraden MT, MV ausgedrückten Geschwindigkeiten mitgetheilt worden, hiedurch die durch MC dargestellte Geschwindigkeit erhalte.

Daß alle diese Lehren unbeschreiblich fruchtbar an Anwendungen sind, haben wir schon in Zerlegung der Kräfte und Bewegungen erwähnt, auf welchen mit dem gegenwärtigen, im engsten Zusammenhange stehenden Artikel wir schließlich den Leser verweisen.

Zweischattige; Amphiscii; *Amphisciens.* Die Bewohner der heißen Zone, deren Schatten im Mittage bald

nord- bald südwärts fällt*. Für jeden in der heißen Zone liegenden Ort gibt es nämlich zwei Tage im Jahre, an welchen die Sonne im Mittage durch den Scheitel geht, welches an denjenigen Tagen geschieht, wo die Abweichung der Sonne der Polhöhe oder geographischen Breite des Ortes gleich wird; an diesen Tagen sind dann die Bewohner des betreffenden Ortes unschattig (vgl. den Art. Unschattige). Während der zwischen diesen beiden Tagen liegenden Zeit aber geht die Sonne in dem einen Theile des Jahres südwärts, in dem andern nordwärts des Scheitels durch den Meridian, und die Schatten fallen daher in jenem Theile nach Norden, in diesem nach Süden, woher die Benennung Zweischattige entstanden ist, Varenius* nennt die Bewohner dieser Orte in seiner „Geogr. gen." aus den angeführten Gründen „Ascii - Amphiscii."

* Im Gegensatze zu den Bewohnern der andern Zonen, deren Schatten entweder stets nordwärts oder stets südwärts fällt, und welche deshalb in dieser Beziehung auch Einschattige heißen.

* Vergl. die Anmerkung auf S. 382 des zweiten Bandes.

Anhang

zum zweiten Bande des

Aſtronomiſchen Wörterbuches.

(Vgl. deſſen S. 618. Artikel: **Uranus**).

Abriß der Gauß'ſchen Methode:

Aus drei geocentriſchen Beobachtungen eines Planeten die Bahn deſſelben zu berechnen.

1.

Alle planetariſchen Bewegungen gehen nach vier Hauptgeſetzen vor ſich, welche gleichſam die Grundlage aller nachfolgenden Unterſuchungen bilden, nämlich:

I. Jeder Planet bewegt ſich fortwährend in einer und derſelben, durch den Mittelpunct der Sonne gehenden Ebene.*

II. Die bei dieſer Bewegung beſchriebene krumme Linie iſt eine Ellipſe, in deren einem Brennpuncte ſich die Sonne befindet.

III. Die Flächenräume, welche die aus der Sonne nach dem Planeten gezogene Linie während der Bewegung des Letztern durchläuft, verhalten ſich wie die zu dieſer Durchlaufung gebrauchten Zeit-Abſchnitte.

IV. Bei mehreren, ſich um die Sonne bewegenden Planeten verhalten ſich die Würfel der mittlern Entfernungen wie die Quadrate der Umlaufszeiten, multiplicirt mit der Maſſen-Summe der Sonne und des entſprechenden Planeten.

Nennt man daher $\frac{1}{2}g$ die Fläche, welche ein Planet während der Zeit t beſchreibt, ſo iſt nach III. für dieſen Planeten $\frac{\frac{1}{2}g}{t}$ eine konſtante Größe, die ich $= n$ ſetze, ſo daß, wenn a und p die halbe große Axe und den halben Parameter, alſo $\pi a\sqrt{ap}$ (wo π das Verhältniß des Kreisumfanges zum Durchmeſſer iſt) die ganze Fläche der beſchriebenen Ellipſe, ferner u die Umlaufszeit des in Rede ſtehenden Planeten bedeuten, auch $\frac{\pi a\sqrt{ap}}{u} = n$ iſt. Für einen zweiten Planeten ſeyen dann die analogen Größen reſp. A, P, U, N, ſo hat man wiederum $\frac{\pi A\sqrt{AP}}{U} = N$, mithin $n : N = \frac{a\sqrt{ap}}{u} : \frac{A\sqrt{AP}}{U}$ oder $n^2 : N^2 = \frac{a^3p}{u^2}$

* Von den Störungen, welche die Planeten auf einander ausüben, wird hier und im Folgenden gänzlich abgeſehen.

: $\frac{A^3 P}{U^2}$, und da sich, wenn die Sonnenmasse = 1, die Massen der beiden Planeten resp. m, m' gesetzt werden, nach IV. $a^3 : A^3 = (1+m)\,u^2 : (1+m')\,U^2$ verhält, so verhält sich auch $n^2 : N^2 = (1+m)\,p : (1+m')\,P$, oder es ist $\frac{n}{\sqrt{p}\sqrt{(1+m)}} = \frac{\pi a \sqrt{a}}{u\sqrt{(1+m)}}$, also auch $\frac{2\pi a\sqrt{a}}{u\sqrt{(1+m)}}$ für alle Planeten unseres Sonnensystems eine constante Größe, welche man gewöhnlich die Gauß'sche Constante nennt und kurz k bezeichnet. Der binnen der Zeit t beschriebene Raum $\frac{1}{2}g$ ist offenbar gleich $\frac{1}{2}kt\sqrt{p}\sqrt{(1+m)}$. Die Größe k selbst aber kann man, da es gleich ist, welchen Planeten man anwendet, aus der Bewegung der Erde herleiten. Wird nämlich die mittlere Entfernung (a) derselben von der Sonne = 1, das siderische Jahr (u) = 365,2564 (den mittleren Sonnentag als Zeit-Einheit angenommen), und die Masse der Erde (m) = $\frac{1}{354710}$ = 0,00000282 gesetzt, so ergibt sich k = 0,0172021.

2.

Es sey Fig. 1 der Taf. XXVIII die Ellipse A B A' B' die Bahn eines Planeten, A A' = 2 a die große, B B' = 2 b die kleine Axe, demnach C der Mittelpunct, ferner S der obere (von der Sonne eingenommene), S' der untere Brennpunct, P irgend ein Punct im Umfange, der Radius vector S P = r, S' P = r', die wahre Anomalie A S P = v, die Excentricität C S = C S' = a e: so ist im Dreiecke S S' P nach einem bekannten Satze:

$$r'^2 = r^2 + 4a^2e^2 - 4aer\,\mathrm{Cos}\,PSS',$$

oder, da aus den Eigenschaften der Ellipse $r' = 2a - r$ folgt, und überdieß W. P S S' = 180° − v und Cos (180° − v) = − Cos v ist:

$$(2a - r)^2 = r^2 + 4a^2e^2 + 4aer\,\mathrm{Cos}\,v, \text{ oder}$$
$$a - r = ae^2 + er\,\mathrm{Cos}\,v, \text{ oder}$$
$$er\,\mathrm{Cos}\,v = a(1 - e^2) - r,$$

welche Gleichung, da $a(1-e^2)$ = dem halben Parameter = p ist, in die Polargleichung der Ellipse

$$r = p - er\,\mathrm{Cos}\,v \text{ übergeht.}$$

3.

Wenn der Winkel, den der Radius vector r mit einer in der Ebene der Bahn gezogenen Geraden bildet (also seine Länge, wenn jene Gerade die Linie der Nachtgleichen) = N, und der Winkel der Apsidenlinie mit derselben Geraden (d. h. im eben genannten Falle die Länge des Periheliums) = Π ist, so wird offenbar v = N − Π, und die Polargleichung der Ellipse

$$r = p - er\,\mathrm{Cos}\,(N - \Pi).$$

Aus dieser Gleichung ergibt sich augenscheinlich, daß zur vollkommnen Bestimmung der Bahn-Ellipse in ihrer Ebene drei Elemente erforderlich sind, nämlich die Lage des Periheliums (Π), die Excentricität (e) und der halbe Parameter (p). Sind diese Größen gegeben, so kann man zu jedem beliebigen N das zugehörige v = N − Π, und den entsprechenden Radius vector r, also einen Punct im Umfange der Bahn finden, mithin auch Letztere selbst vollständig construiren. Sollen jene Größen aber berechnet werden, so sind hiezu offenbar drei von einander unabhängige Gleichungen erforderlich. Nun liefert jeder, der Größe (r) und Lage (N) bekannte Radius vector Eine solche Gleichung (nämlich $r = p - er\,\mathrm{Cos}\,(N - \Pi)$, weßhalb drei, der Größe und Lage nach gegebene Radien vectoren die ganze Bahn in ihrer Ebene vollkommen bestimmen.*

* Seyen nämlich die drei Radien vectoren r, r', r'', und deren Längen N, N', N'' gegeben, so hat man, mit Beibehaltung der obigen Zeichen:

$$\frac{p}{r} = 1 + e\,\mathrm{Cos}\,(N - \Pi),$$

Wären jedoch nur zwei solcher Radien vectoren gegeben, so erhielte man nur zwei Gleichungen, und könnte demnach auch nur zwei der drei gesuchten Elemente berechnen, und es muß daher, um auch in diesem Falle die ganze Bahn zu finden, entweder das dritte Element selbst, oder doch wenigstens eine solche Größe gegeben seyn, aus welcher es durch eine dritte Gleichung berechnet werden kann.

4.

Kennt man demzufolge die Größe und Lage zweier Radien vectoren und noch Eins der drei Elemente Π, e, p, so ergibt sich hieraus die vollständige Bahn. Nun seyen r und r′ diese beiden Radien vectoren, v und v′ die entsprechenden wahren, E und E′ aber die excentrischen Anomalien, welche Größen, vorausgesetztermaßen, sämmtlich bekannt sind. Die von der Apsidenlinie und den Radien vectoren r und r′ begrenzten elliptischen Sectoren sind resp.

$$\frac{p^2}{2(1-e^2)^{3/2}}(E - e\,\mathrm{Sin}\,E)^{\circ},\quad \frac{p^2}{2(1-e^2)^{3/2}}(E' - e\,\mathrm{Sin}\,E'),$$

mithin deren Differenz, oder der von den beiden Radien vectoren begrenzte Raum

$$\frac{p}{r'} = 1 + e\,\mathrm{Cos}\,(N' - \Pi),$$

$$\frac{p}{r''} = 1 + e\,\mathrm{Cos}\,(N'' - \Pi).$$

Multiplicirt man diese drei Gleichungen resp. mit $\mathrm{Sin}\,(N'' - N')$, $-\mathrm{Sin}\,(N'' - N)$, $\mathrm{Sin}\,(N' - N)$, und addirt die Producte, so folgt, da offenbar

$$\mathrm{Cos}\,(N - \Pi)\,\mathrm{Sin}\,(N'' - N') - \mathrm{Cos}\,(N' - \Pi)\,\mathrm{Sin}\,(N'' - N) + \mathrm{Cos}\,(N'' - \Pi)\,\mathrm{Sin}\,(N' - N) = 0$$

ist,

$$p = \frac{\mathrm{Sin}\,(N'' - N') - \mathrm{Sin}\,(N'' - N) + \mathrm{Sin}\,(N' - N)}{\frac{1}{r}\mathrm{Sin}\,(N'' - N') - \frac{1}{r'}\mathrm{Sin}\,(N'' - N) + \frac{1}{r''}\mathrm{Sin}\,(N' - N)}.$$

Der Zähler dieses Ausdrucks wird

$$= 2\,\mathrm{Sin}\,{}^1/_2\,(N'' - N')\,\mathrm{Cos}\,{}^1/_2\,(N'' - N') - 2\,\mathrm{Sin}\,{}^1/_2\,(N'' - N')\,\mathrm{Cos}\,({}^1/_2\,N'' + {}^1/_2\,N' - N) = 4\,\mathrm{Sin}\,{}^1/_2\,(N'' - N')\,\mathrm{Sin}\,{}^1/_2\,(N'' - N)\,\mathrm{Sin}\,{}^1/_2\,(N' - N).$$

Setzt man ferner $r'\,r''\,\mathrm{Sin}\,(N'' - N') = n$, $r\,r''\,\mathrm{Sin}\,(N'' - N) = n'$, $r\,r'\,\mathrm{Sin}\,(N' - N) = n''$, so sind offenbar $^1/_2\,n$, $^1/_2\,n'$, $^1/_2\,n''$ die Flächen der Dreiecke zwischen dem zweiten und dritten, dem ersten und dritten, dem ersten und zweiten Radius vector. Hieraus ergibt sich, daß in der resultirenden Formel

$$p = \frac{4\,\mathrm{Sin}\,{}^1/_2\,(N'' - N')\,\mathrm{Sin}\,{}^1/_2\,(N'' - N)\,\mathrm{Sin}\,{}^1/_2\,(N' - N)\,r\,r'\,r''}{n - n' + n''}$$

der Nenner das Doppelte der Fläche des Dreiecks darstellt, welches zwischen den Endpuncten der drei Radien vectoren, d. h. zwischen den drei Orten des Planeten im Raume, enthalten ist.

Man sieht übrigens, daß hier (was auch beim folgenden der Fall ist) nicht eigentlich die absoluten Werthe von N, N′, N″, sondern vielmehr nur deren Differenzen $N' - N$, $N'' - N$, $N'' - N'$, oder die von je zwei Radien vectoren gebildeten Winkel gegeben seyn müssen.

Ist aber der halbe Parameter p gefunden, so werden e und $N - \Pi$ aus den beiden ersten der obigen drei Gleichungen bestimmt.

* Bezeichnet man nämlich die dem Radius vector r entsprechende mittlere Anomalie mit M, den dazu gehörigen elliptischen Sector mit S, so verhält sich offenbar, da die ganze Fläche der Ellipse $= \pi\,a\sqrt{ap}$, $M : 2\pi = S : \pi\,a\sqrt{ap}$. Hieraus ergibt sich $S = \frac{M\,a\sqrt{ap}}{2} = (\text{weil } a = \frac{p}{1-e^2}) \frac{M\,p^2}{2(1-e^2)^{3/2}}$, oder wenn

$= \frac{p^2}{2(1-e)^{3/2}} (E' - e \operatorname{Sin} E' - E + e \operatorname{Sin} E)$; ebenfalls eine bekannte Größe, die ich $\frac{1}{2}g$ nenne. Nach §. 1 aber ist dieser Raum, wenn man die Zeit, während welcher der Planet denselben durchläuft, oder vom Radius vector r zu r' gelangt, t nennt, $= \frac{1}{2} k t \sqrt{p} \sqrt{(1+m)}$, oder wenn man die Masse m des Planeten vernachläßigt (was im Folgenden immer angenommen werden soll) $= \frac{1}{2} k t \sqrt{p}$. Wird nun dieser Ausdruck dem vorher gefundenen $\frac{1}{2} g$ gleich gesetzt, so ergibt sich $t = \frac{g}{k \sqrt{p}}$.

Aus zwei, der Größe und Lage nach bekannten Radien vectoren und einem Elemente läßt sich demnach die Zeit berechnen, binnen welcher der Planet den zwischen den Radien vectoren enthaltenen Theil seiner Bahn durchläuft. Man muß daher auch umgekehrt aus jenen beiden Radien und dem gegebenen Zeit-Intervalle alle übrigen Elemente herleiten können. Aber es gehört diese Aufgabe zu den schwierigsten in der Planetentheorie, indem die Gleichung, in welcher die Zeit durch die Elemente ausgedrückt erscheint, eine transcendente, und überdieß äußerst verwickelt wird. Man ist daher genöthigt, sich der indirecten Methode zu bedienen, von welcher, als einem Haupttheile der ganzen Bahnbestimmung, die folgenden §§. einen Begriff geben werden.

5.

Aus §. 4 ist ersichtlich, daß, wenn der genäherte Werth Einer der drei Größen p. e, ll bekannt wäre, auch die beiden übrigen daraus bestimmt werden könnten, und hernach durch die so eben auseinandergesetzte Methode die der Bewegung vom ersten zum zweiten Orte entsprechende Zeit. Stimmt die solchergestalt gefundene mit der gegebenen Zeit überein, so ist auch jener, der Rechnung zu Grunde gelegte Werth des Elements der richtige, und dieses Letztere also, nebst den übrigen daraus abgeleiteten, und somit Alles, zur Bestimmung des Planetenortes in der Bahn Erforderliche bereits gefunden; wo nicht, so lehrt die, mit einem andern, von dem ersten wenig verschiedenen Werthe wiederholte Rechnung, welche Aenderung im Werthe der Zeit, der kleinen Aenderung im Werthe des Elements entspricht, woraus dann durch eine einfache Regel de tri ein verbesserter Werth berechnet wird.* Wenn man nun mit Letzterm die Rechnung von Neuem wiederholt, so wird die berechnete Zeit entweder mit der gegebenen genau übereinstimmen, oder doch sehr wenig von derselben differiren, dergestalt, daß durch neuerdings angebrachte Correctionen eine so genaue Uebereinstimmung erlangt werden kann, als die logarithmischen und trigonometrischen Tafeln nur immer zulassen.

6.

Die ganze Aufgabe ist mithin darauf zurückgeführt, für eine noch völlig unbekannte Bahn einen wenigstens genäherten Werth einer der drei Elemente p, e, ll zu finden. Nun lehrt die höhere Analysis, aus den gegebenen Größen r, r', t unmittelbar einen so genäherten Werth von p zu berechnen, daß, wenn N' — N

man berücksichtigt, daß (vergl. „Gleichung der Bahn," S. 629, Bd. 1) $M = E - e \operatorname{Sin} E$ (l. c. steht +, weil dort M vom Aphelium, statt wie hier, vom Perihelium an gezählt wird) ist, auch wie oben $S = \frac{p^2}{2(1-e^2)^{3/2}} (E - e \operatorname{Sin} E)$.

* Es sey der erste genäherte Werth eines Elements $= P$, die damit berechnete Zeit $= T$; ferner der zweite genäherte Werth desselben Elements $= P'$, die hiemit gefundene Zeit $= T'$, endlich die gegebene Zeit $= t$. Dann entspricht der Aenderung $P' - P$ des Elements die Aenderung $T' - T$ der Zeit, und man findet die an P' anzubringende Correction x durch die Proportion $T' - T : t - T' = P' - P : x$.

(die heliocentrische Bewegung des Planeten während der Zeit t) nicht zu groß ausfällt, gar keine weitere Correction des Elements erforderlich, und die ganze Bahn daher schon durch die erste Rechnung mit aller Genauigkeit bestimmt werden kann.* Da man aber die Berechnung einer noch gänzlich unbekannten Bahn gern so bald als möglich unternimmt, so wird wohl in den meisten Fällen N' — N nur einen sehr mäßigen Werth erhalten, oder der Zeit zwischen den Beobachtungen keine zu große heliocentrische Bewegung entsprechen; so daß daher diese Bedingung durchaus nicht als eine Beschränkung der Anwendung der angedeuteten Methode betrachtet werden, und man die Aufgabe: „Aus zwei, der Größe und Lage nach gegebenen Radien vectoren r, r', und der Zeit t, die der Planet zur Durchlaufung des zwischen ihnen enthaltenen Bahnbogens gebraucht, die ganze Bahn in ihrer Ebene zu bestimmen," als gelöst ansehen kann.

2.

Zur vollständigen Berechnung der Bewegung eines Planeten werden sieben Elemente erfordert, von denen die in §. 3 betrachteten drei (halber Parameter, Excentricität und Länge des Perihels) die Bahn in ihrer Ebene, die Neigung der Bahn und Länge des aufsteigenden Knotens, die Lage dieser Ebene in Bezug auf die Ekliptik, endlich die Epoche und mittlere Bewegung den Ort des Planeten in der Bahn selbst bestimmen. Da jedoch nach §. 4 die Masse des Himmelskörpers hier vernachläßigt wird (welche Bedingung bei der Bestimmung einer noch gänzlich unbekannten Bahn als unerläßlich erscheint), so folgt nach §. 1, IV aus der mittlern Entfernung (die man mittelst der Excentricität und dem halben Parameter leicht findet) die Umlaufszeit, also auch die mittlere Bewegung; demzufolge sich die Anzahl der unbekannten Elemente auf sechs reducirt, und zur Bestimmung einer Planetenbahn offenbar sechs, von den Elementen abhängige, von einander selbst aber unabhängige Größen erforderlich sind. Diese Größen aber können nichts anders, als von der Erde aus beobachtete Orte des Planeten seyn, und da jede Beobachtung des Letztern zwei solche Größen, nämlich eine gerade Aufsteigung und eine Abweichung (oder auch eine Länge und eine Breite) liefert, so sind drei geocentrische Orte zur Auflösung des Problems der Bestimmung der sechs unbekannten Elemente nothwendig und hinreichend.

Bevor aber die Berechnung der Bahn aus den drei geocentrischen Beobachtungen unternommen wird, müßten diese Letztern eigentlich von den Einflüssen der

* Denjenigen Lesern, welche der Integral-Rechnung kundig sind, wird folgende, die im Texte nur angedeutete Methode näher erläuternde Auseinandersetzung nicht unwillkommen seyn.

Bezeichnet man den veränderlichen, der wahren Anomalie v — II entsprechenden Radius vector mit ϱ, so wird die vom Planeten während der Zeit t beschriebene Fläche $= \frac{1}{2}\int \varrho^2 \, dv$ seyn, dieses Integral von $v = N$ bis $v = N'$ genommen, und ist daher nach §. 1 $kt\sqrt{p} = \int \varrho^2 \, dv$. Nun erhält man nach den bekannten Cotes'schen Formeln, wenn $\varphi(x)$ irgend eine Function von x ausdrückt, den mehr und mehr genäherten Werth des Integrals $\int \varphi(x)\,dx$, von $x = u$ bis $x = u + \Delta$ genommen, durch die Formeln

$\frac{1}{2}\Delta\,(\varphi[u] + \varphi[u + \Delta])$,

$\frac{1}{6}\Delta\,(\varphi[u] + 4\varphi[u + \frac{1}{2}\Delta] + \varphi[u + \Delta])$, u. s. w.

Um dieß auf den hier in Rede stehenden Fall anzuwenden, setze man $N' - N = \Delta$, so ist offenbar nach der ersten Näherungs-Formel $\int \varrho^2 \, dv = \frac{1}{2}\Delta\,(r^2 + r'^2)$, welches, $= kt\sqrt{p}$ gesetzt, $\sqrt{p} = \frac{\Delta(r^2 + r'^2)}{2kt}$ als ersten Näherungs-Werth gibt. Der zweite Näherungswerth von $\sqrt{p}$ ist der oben im Text erwähnte, und man erhält denselben mittelst der zweiten Näherungsformel, welche Entwicklung jedoch dem Leser überlassen bleiben muß.

Nutation, Präceſſion, Parallaxe und Aberration befreit werden. Es mag jedoch bei einer erſten Näherung erlaubt ſeyn, von dieſen Einflüſſen abzuſehen.

Die den Beobachtungszeiten entſprechenden heliocentriſchen Längen der Erde ergeben ſich aus den Sonnentafeln, indem man die aus Letztern berechneten Sonnenlängen um 180° vermehrt oder vermindert, je nachdem ſie kleiner oder größer, als 180° gefunden werden.

8.

Obgleich es nun gar nicht ſchwer hält, aus den ſolchergeſtalt gegebenen, in Verbindung mit den unbekannten Größen die zur Berechnung der Letztern erforderlichen ſechs Gleichungen aufzuſtellen, ſo iſt dennoch dieſer Weg zur Auflöſung unſeres Problems im Praktiſchen durchaus nicht anwendbar. Denn die Gleichungen würden ſo verwickelt ausfallen, daß ihre Auflöſung die Geduld des unermüdlichſten Rechners zu Schanden machte, und man käme durch die nothwendige Elimination von fünf Unbekannten auf eine, nur Eine dieſer Unbekannten enthaltende Endgleichung, deren allgemeine Auflöſung nach dem heutigen Stande der Analyſis für unmöglich gehalten werden muß,* weßhalb unſere Aufgabe durch bloß directe Operationen nicht gelöst werden kann.

Dieſe Aufgabe kann indeſſen immer auf die Auflöſung zweier Gleichungen $X = 0$, $Y = 0$, in welchen nur zwei unbekannte Größen x, y verbleiben, zurückgeführt werden. Es iſt durchaus nicht nothwendig, daß die Unbekannten zwei Elemente ſelbſt vorſtellen, ſondern hinreichend, daß, wenn dieſelben bekannt ſind, ſich die Elemente bequem aus ihnen berechnen laſſen. Eben ſo wenig brauchen x und y ſelbſt in X und Y vorzukommen, es genügt, wenn ſie mit Letztern durch ein Syſtem von Gleichungen dergeſtalt verbunden ſind, daß man aus den gegebenen Werthen der x, y zu den entſprechenden der X, Y gelangen kann.

9.

Den Gleichungen $X = 0$, $Y = 0$ wird, ſobald man für x und y deren wahre Werthe ſetzt, vollſtändig Genüge geleiſtet. Subſtituirt man hingegen für die gedachten Größen andere, von den wahren mehr oder weniger abweichende Werthe, ſo werden auch X und Y von 0 zwar verſchieden, jedoch offenbar um ſo kleiner ausfallen, je näher die ſubſtituirten Werthe den wahren kommen, ſo daß man bei hinreichender Näherung der erſtern die Aenderungen von X, Y der Aenderung von x bei conſtantem y, und der Aenderung von y bei conſtantem x proportional ſetzen darf. Seyen in dieſem Falle ξ, η reſp. die wahren Werthe von x, y, ſo müſſen offenbar die der Annahme von $x = \xi + \lambda$, $y = \eta + \mu$ entſprechenden X, Y durch die Form $X = \alpha\lambda + \beta\mu$, $Y = \gamma\lambda + \delta\mu$ ausgedrückt werden, wo die Coefficienten α, β, γ, δ conſtant, und λ, μ ſehr klein ſind. Hat man auf dieſe Art die, drei Syſtemen von genäherten (den wahren ſehr nahe kommenden) Werthen der x, y entſprechenden X, Y berechnet, ſo kann man auf folgende Weiſe die wahren Werthe der Unbekannten daraus ableiten:

für $x = a$, $y = b$ werde $X = A$, $Y = B$,
$x = a'$, $y = b'$ $X = A'$, $Y = B'$,
$x = a''$, $y = b''$ $X = A''$, $Y = B''$,

ſo iſt im erſten Syſteme $a = \xi + \lambda$, $b = \eta + \mu$, mithin $\lambda = a - \xi$, $\mu = b - \eta$, und man erhält

$$A = \alpha\lambda + \beta\mu = \alpha(a - \xi) + \beta(b - \eta),$$
$$B = \lambda\gamma + \delta\mu = \gamma(a - \xi) + \delta(b - \eta).$$

Genau eben ſo iſt im zweiten und dritten Syſteme

$$A' = \alpha(a' - \xi) + \beta(b' - \eta),\quad B' = \gamma(a' - \xi) + \delta(b' - \eta),$$
$$A'' = \alpha(a'' - \xi) + \beta(b'' - \eta),\quad B'' = \gamma(a'' - \xi) + \delta(b'' - \eta).$$

* Dieſe Endgleichung würde ſelbſt unter beſonders günſtigen Umſtänden bis zum ſiebenten oder achten Grade ſteigen.

Werden nun aus diesen sechs Gleichungen die vier Unbekannten α, β, γ, δ eliminirt, so ergeben sich, mittelst der beiden Endgleichungen, die gesuchten wahren Werthe der x, y, nämlich ξ, η, durch die bekannten Größen a, a' a'', A, A', A'', b, b', b'', B, B', B'' ausgedrückt.

10.

Ist man daher im Besitze *genäherter* Werthe der Unbekannten, so können die *wahren* durch die eben auseinandergesetzte Methode mit aller gewünschten Genauigkeit daraus hergeleitet werden. Man berechnet nämlich zuerst die, diesen genäherten Werthen (a, b) entsprechenden X, Y; wenn diese Größen nicht von selbst verschwinden, so wird die Rechnung mit andern, von jenen wenig verschiedenen Werthen (a', b'), und hierauf nöthigenfalls mit einem dritten Systeme (a'', b'') wiederholt. Dann aber berechnet man nach den Formeln des vorhergehenden §. die wahren Werthe, wenn nämlich die Voraussetzung, auf welcher jene Formeln beruhen, richtig war, welches man am besten daran erkennt, daß die dergestalt berechneten Werthe den Gleichungen $X = 0$, $Y = 0$ Genüge leisten. Ist Letzteres noch nicht vollkommen der Fall, so werden sich doch wenigstens weit kleinere Werthe von X, Y, als aus den drei vorhergehenden Hypothesen ergeben, und die Unbekannten demnach schon weit mehr genähert seyn. Es ist leicht einzusehen, daß man, auf diese Art fortfahrend, jede beliebige Näherung erzielen, und endlich den Gleichungen $X = 0$, $Y = 0$ in aller Strenge genügen kann.

11.

Es handelt sich demnach, Behufs der vollständigen Lösung unserer Aufgabe, darum, zu untersuchen,

1) welche Größen, als die Unbekannten x. y. anzunehmen sind;
2) auf welche Weise man die genäherten Werthe dieser Größen erhalte;
3) welchen Gleichungen $X = 0$, $Y = 0$ dieselben Genüge leisten müssen, und
4) wie aus diesen Größen die Elemente der Bahn selbst hergeleitet werden.

Man bezeichne die den drei beobachteten Orten entsprechenden Radien vectoren mit r, r', r''; die heliocentrische Winkelbewegung in der Bahn vom zweiten zum dritten, vom ersten zum dritten, vom ersten zum zweiten Orte resp. mit 2 f, 2 f', 2 f'', so daß $f' = f + f''$;* es seyen ferner $r'\,r''\,\mathrm{Sin}\,2f = n$, $r\,r''\,\mathrm{Sin}\,2f' = n'$, $r\,r'\,\mathrm{Sin}\,2f'' = n''$; endlich die Producte der constanten Größe k (§ 1.) mit den Zeit-Intervallen zwischen der zweiten und dritten, der ersten und dritten, der ersten und zweiten Beobachtung resp. o, o', o'', demnach $o' = o + o''$. Der zwischen den Radien vectoren r, r' und dem elliptischen Bogen enthaltene elliptische Sector ist offenbar $= \frac{1}{2}\,o''\sqrt{p}$ (§. 1.), die Dreiecksfläche zwischen denselben Radien vectoren aber $= \frac{1}{2}\,r\,r'\,\mathrm{Sin}\,2f'' = \frac{1}{2}\,n''$. Bezeichnet man mithin das Verhältniß jenes Sectors zu diesem Dreiecke mit η'', so ist $A \ldots \eta = \frac{o''\sqrt{p}}{n''}$; und genau eben so, wenn das Verhältniß des zwischen den Radien vectoren r', r'' enthaltenen elliptischen Sectors zum entsprechenden Dreiecke η genannt wird, $B \ldots \eta = \frac{o\sqrt{p}}{n}$.

Wären daher die drei Radien vectoren r, r', r'' der Größe und Lage (d. h. der zwischen je zwei derselben enthaltene Winkel, vergl. den Schluß der Anmerk. zu §. 3.) nach bekannt, so könnte man aus den beiden ersten r, r' und dem zugehörigen Zeit-Intervall nach §. 6. den halben Parameter p und $\sqrt{p}$, und hieraus η'' finden. Man könnte aber auch $\sqrt{p}$ aus r', r'' und dem entsprechenden Zeit-Intervall, und dann η berechnen.

* Es bedeuten hier 2 f, 2 f', 2 f'' offenbar dieselben Winkel, welche in der Anmerk. zum §. 3. mit N'' − N', N'' − N, N' − N bezeichnet worden, daher auch n, n', n'' hier dieselben Größen, als am citirten Orte vorstellen.

Sind nun die, diesen Rechnungen zu Grunde liegenden Größen und Lagen der drei Radien vectoren in aller Strenge richtig, so muß offenbar der halbe Parameter in den beiden Gleichungen A und B denselben Werth haben, und eben so der in der Anmerkung zu § 3. berechnete, d. h. in den hier eingeführten Zeichen

$$C \ldots p = \frac{4\, r\, r'\, r''\, \mathrm{Sin}\, f\, .\, \mathrm{Sin}\, f'\, .\, \mathrm{Sin}\, f''}{n - n' + n''}.$$

Eliminirt man demnach $\sqrt{p}$ aus den Gleichungen A und B, so folgt

$$\frac{o''\ \eta\ n}{o\ \eta''\ n''} = 1 \text{ oder } \log \frac{o''\ \eta\ n}{o\ \eta''\ n''} = 0.$$

Multiplicirt man ferner die beiden Gleichungen A und B mit einander, und substituirt den resultirenden Werth von p, nämlich $p = \frac{\eta''\ n''\ \eta\ n}{v''\ v}$ in die Gleichung C, so ergibt sich

$$n - n' + n'' = \frac{4\, o\, o''\, r\, r'\, r''\, \mathrm{Sin}\, f\, .\, \mathrm{Sin}\, f'\, .\, \mathrm{Sin}\, f''}{\eta\ \eta''\ n\ n''},$$

oder, da $n = r'\, r''\, \mathrm{Sin}\, 2\, f = 2\, r'\, r''\, \mathrm{Sin}\, f\, .\, \mathrm{Cos}\, f$, $n'' = r\, r'\, \mathrm{Sin}\, 2\, f'' = 2\, r\, r'\, \mathrm{Sin}\, f''\, .\, \mathrm{Cos}\, f''$ ist, durch Substitution dieser Werthe, wenn man überdieß Zähler und Nenner mit $n' = r\, r''\, \mathrm{Sin}\, 2\, f' = 2\, r\, r''\, \mathrm{Sin}\, f'\, .\, \mathrm{Cos}\, f'$ multiplicirt, und dann abkürzt:

$$n - n' + n'' = \frac{n'\ o\ v''}{2\ \eta\ \eta''\ r\ r'\ r''\ \mathrm{Cos}\, f\, .\, \mathrm{Cos}\, f'\, .\, \mathrm{Cos}\, f''}$$

$$\text{oder } n - n' + n'' - \frac{n'\ o\ o''}{2\ \eta\ \eta''\ r\ r'\ r''\ \mathrm{Cos}\, f\, .\, \mathrm{Cos}\, f'\, .\, \mathrm{Cos}\, f''} = 0.$$

Setzt man also

$$X = \log \frac{o''\ \eta\ n}{o\ \eta''\ n''}$$

$$Y = n \quad n' + n'' - \frac{n'\ o\ v''}{2\ \eta\ \eta''\ r\ r'\ r''\ \mathrm{Cos}\, f\, .\, \mathrm{Cos}\, f'\, .\, \mathrm{Cos}\, f''},$$

so ist, wenn man für die beiden Unbekannten x, y, aus denen die Größe und Lage der drei Radien vectoren hergeleitet worden, von Anfang an die wahren Werthe angenommen hatte, sowohl $X = 0$, als $Y = 0$.

Auf welche Art jedoch aus zwei unbekannten Größen die drei Radien vectoren berechnet werden können, welches jene Unbekannten sind, und wie man zu genäherten Werthen derselben gelangt, lehren die folgenden §§, welche den wichtigsten Theil der ganzen Bahnbestimmung enthalten, und daher die ungetheilte Aufmerksamkeit von Seiten der Leser in Anspruch nehmen.

12.

Es seyen Fig. 2 der Taf. XXVIII B, B′, B″ die drei beobachteten geocentrischen Orte des Planeten an der Himmelskugel, deren Längen α, α', α'', Breiten β, β', β''; und A, A′, A″ die entsprechenden heliocentrischen Orte der Erde (welche Letztere offenbar in einem und demselben größten Kreise, der Ekliptik, liegen), deren Längen l, l′, l″. Man ziehe die größten Kreisbogen AB, A′B′, A″B″, nenne deren Winkel mit der Ekliptik A A′ A″ resp. γ, γ', γ'' und die Abstände AB, A′B′, A″B″ selbst resp. δ, δ', δ'', so können sowohl jene Winkel, als diese Abstände aus den beobachteten Längen und Breiten des Planeten, und den berechneten Längen der Erde hergeleitet werden.*

* Denn wenn man z. B. von B aus einen Breiten-Kreis-Bogen auf die Ekliptik fällt, so entsteht ein sphärisches rechtwinkliges Dreieck, dessen Hypothenuse AB = δ, die eine Kathete (eben jener Breiten-Kreis-Bogen) = β, die andere Kathete = dem Längen-Unterschiede von Planet und Erde = $\alpha - l$, endlich der β gegenüber liegende Winkel = γ ist, und es ergibt sich sogleich

Nun verlängere man die gedachten drei größten Kreisbogen, bis sich je zwei derselben oberhalb *) (auf der Nordseite) der Ekliptik durchschneiden. Sey D der Durchschnittspunct des zweiten und dritten, D′ des ersten und dritten, D″ des ersten und zweiten Kreises, so kann man auch die drei Winkel bei D, D′, D″ und die Bogen A′D, A″D, AD′, A″D′, A′D″, AD″ berechnen. **)

Endlich verbinde man die beiden äußersten geocentrischen Orte des Planeten B und B″ durch einen größten Kreis, welcher den Bogen A′B′ in B° schneide, setze $A'B^\circ = \delta' - \sigma$ (d. h. $B^\circ B' = \delta - \sigma$ (d. h. $B^\circ B' = \sigma$), die Länge des Punctes $B^\circ = \alpha^\circ$, seine Breite $= \beta^\circ$, so kann aus den bis hieher berechneten und den gegebenen Größen auch α° und β°, und der Bogen $B^\circ B' = \sigma$ bestimmt werden ***).

13.

Nach dem Vorhergehenden kennt man demnach die Lage der Puncte B, B′, B″, B°, D, D′, D″ an der scheinbaren Himmelskugel. Seyen nun C, C′, C″ die drei heliocentrischen Orte des Planeten an Letzterer, so ist die Lage dieser Puncte selbst zwar noch unbekannt, jedoch leicht zu sehen, daß sich C auf dem Bogen AB zwischen A und B, C′ auf dem Bogen A′B′ zwischen A′ und B′, endlich C″ auf dem Bogen A″B″ zwischen A″ und B″ befindet, und daß überdieß die drei Puncte C, C′, C″ in einem und demselben größten Kreise liegen müssen †). Haben ferner r, r′, r″, 2 f, 2 f′, 2 f″, n, n′, n″ dieselbe Bedeutung, wie im §. 11, und seyen resp. R, R′, R″ die Entfernungen der Erde von der Sonne zur Zeit der drei Beobachtungen, so ist offenbar $C'C'' = 2f$, $CC'' = 2f'$, $CC' = 2f''$, $AC + CB = \delta$, $A'C' + C'B' = \delta'$, $A''C'' + C''B'' = \delta''$; und aus der Betrachtung des jedesmaligen ebenen Dreiecks zwischen Sonne, Planet und Erde folgt leicht ††)

$$\text{tang } \gamma = \frac{\text{tang } \beta}{\text{Sin } (\alpha - l)}, \quad \text{tang } \delta = \frac{\text{tang } (\alpha - l)}{\text{Cos } \gamma}.$$

Auf ganz analoge Weise werden γ', δ'; γ'', δ'' gefunden.

*) Oder auch unterhalb (auf der Südseite), je nachdem die Breite der drei Orte B, B′, B″ nördlich oder südlich ist.

**) Denn da z. B. in dem sphärischen Dreiecke A′ D A″ eine Seite $A'A'' = l'' - l'$, der Winkel bei $A' = \gamma'$, und der Winkel bei $A'' = 180^\circ - \gamma''$ bekannt ist, so können die beiden andern Seiten A′D, A″D und der Winkel bei D berechnet werden, und genau ebenso AD′, A″D′, W. D′; AD″, A′D″, W. D″ durch Auflösung der sphärischen Dreiecke AD′A″ und AD″A′.

***) Da nämlich B, B°, B″ in einem und demselben größten Kreise liegen, so ist bekanntlich

$$\text{tang } \beta \text{ Sin } (\alpha'' - \alpha^\circ) - \text{tang } \beta^\circ \text{ Sin } (\alpha'' - \alpha) + \text{tang } \beta'' \text{ Sin } (\alpha^\circ - \alpha) = 0.$$

Ferner findet man nach Anleitung der ersten Anmerkung dieses §.

$$\text{tang } \beta^\circ = \text{tang } \gamma' \text{ Sin } (\alpha^\circ - l') \text{ und}$$
$$\text{tang } (\alpha^\circ - l') = \text{Cos } \gamma' \text{ tang } (\delta' - \sigma).$$

Aus diesen drei Gleichungen lassen sich aber α°, β°, so wie der Bogen σ berechnen.

†) Die von der Sonne zur Erde, von der Erde zum Planeten, und von der Sonne zum Planeten gezogenen Geraden liegen offenbar in Einer Ebene (nämlich in der Ebene des von Sonne, Erde und Planet gebildeten Dreiecks), welche die Himmels-Sphäre in einem größten Kreise schneidet, und in diesem Kreise liegen demnach auch die Projectionen jener Geraden (die Puncte, in denen sie die Himmelskugel treffen), welche z. B. bezüglich der ersten Beobachtung resp. A, B und C sind. Daß dabei C zwischen A und B fallen muß, erhellt bei einigem Nachdenken von selbst. Die Ebene der Planetenbahn aber schneidet die Sphäre gleichfalls in einem größten Kreise, welcher mithin durch die Puncte C, C′, C″ (als heliocentrische Projectionen der drei Planetenorte) geht.

††) Die Seiten dieses, z. B. der ersten Beobachtung entsprechenden Dreiecks sind offen-

$$\frac{\text{Sin } \delta}{r} = \frac{\text{Sin } CB}{R}, \quad \frac{\text{Sin } \delta'}{r'} = \frac{\text{Sin } C'B'}{R'}, \quad \frac{\text{Sin } \delta''}{r''} = \frac{\text{Sin } C''B''}{R''}.$$

13.

Der Kreis C C' C'' schneide den B B° B'' im Puncte N, so ist

$$\text{Sin } 2f \,.\, \text{Sin } NC - \text{Sin } 2f' \,.\, \text{Sin } NC' + \text{Sin } 2f'' \,.\, \text{Sin } NC'' = 0,$$

wie sich sogleich ergibt, wenn man $2f = C'C'' = NC'' - NC'$, $2f' = NC'' - NC$, $2f'' = NC' - NC$ substituirt, und dann die Formeln entwickelt. Denkt man sich nun von C, C', C'' aus auf den Kreis B B° B'' senkrechte Bogen gefällt, und bezeichnet dieselben resp. mit $\mathfrak{C}$, $\mathfrak{C}'$, $\mathfrak{C}''$, so ist

$$\text{Sin } NC = \frac{\text{Sin } \mathfrak{C}}{\text{Sin } N}, \quad \text{Sin } NC' = \frac{\text{Sin } \mathfrak{C}'}{\text{Sin } N}, \quad \text{Sin } NC'' = \frac{\text{Sin } \mathfrak{C}''}{\text{Sin } N}.$$

Diese Werthe in obige Gleichung substituirt, geben

$$\frac{\text{Sin } 2f \,.\, \text{Sin } \mathfrak{C} - \text{Sin } 2f' \,.\, \text{Sin } \mathfrak{C}' + \text{Sin } 2f'' \,.\, \text{Sin } \mathfrak{C}''}{\text{Sin } N} = 0,$$

oder, wenn man mit $r\,r'\,r''\,\text{Sin } N$ multiplicirt und berücksichtigt, daß (vgl. §. 11) $r'\,r''\,\text{Sin } 2f = n$, $r\,r''\,\text{Sin } 2f' = n'$, $r\,r'\,\text{Sin } 2f'' = n''$ ist:

$$r\,n\,\text{Sin } \mathfrak{C} - r'\,n'\,\text{Sin } \mathfrak{C}' + r''\,n''\,\text{Sin } \mathfrak{C}'' = 0, \text{ oder}$$

$$n\,\frac{r\,\text{Sin } \mathfrak{C}}{r''\,\text{Sin } \mathfrak{C}''} - n'\,\frac{r'\,\text{Sin } \mathfrak{C}'}{r''\,\text{Sin } \mathfrak{C}''} + n'' = 0 \ldots \text{I.}$$

Ebenso fälle man in Gedanken von den Puncten D, D', D'' aus Perpendikel auf B B° B'', und nenne dieselben resp. $\mathfrak{D}$, $\mathfrak{D}'$, $\mathfrak{D}''$; dann ist wiederum

$$\text{Sin } \mathfrak{D}' = \text{Sin } B \,.\, \text{Sin } BD',$$

und da überdieß $\text{Sin } \mathfrak{C} = \text{Sin } B \,.\, \text{Sin } CB$,

so folgt durch Elimination von Sin B

$$\text{Sin } \mathfrak{C} = \frac{\text{Sin } \mathfrak{D}' \,.\, \text{Sin } CB}{\text{Sin } BD'};$$

und auf analoge Weise wird

$$\text{Sin } \mathfrak{C} = \frac{\text{Sin } \mathfrak{D}'' \,.\, \text{Sin } CB}{\text{Sin } BD''}$$

$$\text{Sin } \mathfrak{C}' = \frac{\text{Sin } \mathfrak{D} \,.\, \text{Sin } C'B^*}{\text{Sin } B^\circ D} = \frac{\text{Sin } \mathfrak{D}'' \,.\, \text{Sin } C'B^\circ}{\text{Sin } B^\circ D''}$$

$$\text{Sin } \mathfrak{C}'' = \frac{\text{Sin } \mathfrak{D} \,.\, \text{Sin } C''B''}{\text{Sin } B''D} = \frac{\text{Sin } \mathfrak{D}' \,.\, \text{Sin } C''B''}{\text{Sin } B''D'}$$

gefunden. Aus diesen Gleichungen ergibt sich

$$\frac{\text{Sin } \mathfrak{C}}{\text{Sin } \mathfrak{C}''} = \frac{\text{Sin } CB \,.\, \text{Sin } B''D'}{\text{Sin } C''B'' \,.\, \text{Sin } BD'} \text{ und}$$

$$\frac{\text{Sin } \mathfrak{C}'}{\text{Sin } \mathfrak{C}''} = \frac{\text{Sin } C'B \,.\, \text{Sin } B''D}{\text{Sin } C''B'' \,.\, \text{Sin } B^\circ D},$$ *)

welche Werthe in die Gleichung I substituirt, Letztere in

$$n \,.\, \frac{r\,\text{Sin } CB}{r''\,\text{Sin } C''B''} \,.\, \frac{\text{Sin } B''D'}{\text{Sin } BD'} - n' \,.\, \frac{r'\,\text{Sin } C'B^\circ}{r''\,\text{Sin } C''B''} \,.\, \frac{\text{Sin } B''D}{\text{Sin } B^*D} + n'' = 0,$$

oder auch, da (vergl. §. 12.)

bar r, R und die Entfernung des Planeten von der Sonne, die Bogenmaße der gegenüberliegenden Winkel aber resp. $180^\circ - AB$, BC, AC, mithin

$$\frac{\text{Sin } (180^\circ - AB)}{r} = \frac{\text{Sin } BC}{R} \text{ oder } \frac{\text{Sin } \delta}{r} = \frac{\text{Sin } CB}{R} \text{ u. s. w.}$$

*) Wenn man nämlich im ersten Quotienten für Sin $\mathfrak{C}$ den ersten, für Sin $\mathfrak{C}''$ den zweiten, im zweiten Quotienten aber sowohl für Sin $\mathfrak{C}'$, als für Sin $\mathfrak{C}''$ den ersten der oben gefundenen Werthe annimmt.

$B'' D' = A'' D' - \delta''$, $B D' = A D' - \delta$,
$B'' D = A'' D - \delta''$, $B' D = A' D - \delta' + \sigma$ ist, in

$$n \cdot \frac{r \operatorname{Sin} C B}{r'' \operatorname{Sin} C'' B''} \cdot \frac{\operatorname{Sin}(A'' D' - \delta)}{\operatorname{Sin}(A D' - \delta)} - n' \cdot \frac{r' \operatorname{Sin} C' B'}{r'' \operatorname{Sin} C'' B''} \cdot \frac{\operatorname{Sin}(A'' D - \delta'')}{\operatorname{Sin}(A' D - + \sigma)} +$$

$n'' = 0$ umwandeln. Substituirt man hierin aus §. 13. die Werthe für r, r', r'' und setzt dann abkürzend

$$\frac{R \operatorname{Sin} \delta \,.\, \operatorname{Sin}(A'' D' - \delta'')}{R'' \operatorname{Sin} \delta'' \,.\, \operatorname{Sin}(A D' - \delta)} = a$$

$$\frac{R' \operatorname{Sin} \delta' \,.\, \operatorname{Sin}(A'' D - \delta''}{R'' \operatorname{Sin} \delta'' \,.\, \operatorname{Sin}(A' D - \delta' + \sigma)} = b, \text{ so folgt}$$

$$a n - b n' \,.\, \frac{\operatorname{Sin}(C' B' - \sigma)}{\operatorname{Sin} C' B'} + n'' = 0, \text{ oder}$$

$$a - b \frac{n'}{n} \,.\, \frac{\operatorname{Sin}(C' B' - \sigma)}{\operatorname{Sin} C' B'} + \frac{n''}{n} = 0 \ldots \text{II.}$$

15.

Da in der Gleichung II außer $\frac{n'}{n}$, $\frac{n''}{n}$ und $C' B'$ Alles bekannt ist, so läßt sich, wenn die beiden Ersten dieser Unbekannten gegeben sind, die Dritte berechnen. Zu diesem Zwecke brauchen aber auch nicht gerade die Quotienten $\frac{n'}{n}$, $\frac{n''}{n}$ selbst, sondern nur irgend zwei, von denselben abhängige Größen gegeben zu seyn. Man nenne diese Größen P und Q, und es sey $P = \frac{n''}{n'}$, Q aber $=$

$$2\left(\frac{n + n''}{n'} - 1\right) \frac{R'^3 \operatorname{Sin} \delta'^3}{\operatorname{Sin} C' B'^3},$$

so ist offenbar die Kenntniß von P und Q hinreichend, um mittelst der Gleichung II den gesuchten Bogen $C' B'$ zu bestimmen. Es sollen daher P und Q als die beiden, im §. 11. erwähnten Unbekannten x, y angenommen werden, und die folgenden §§. zeigen, auf welche Weise man aus diesen beiden Größen die drei Radien vectoren r, r', r'' der Größe und Lage nach berechnen kann*).

16.

Zuvörderst ergibt sich aus $P = \frac{n''}{n}$ und der Gleichung II

$$b n' \,.\, \frac{\operatorname{Sin}(C' B' - \sigma)}{\operatorname{Sin} C' B'} = n (a + P) = \frac{n}{n + n''} (n + n'') (a + P)$$

$$= \frac{(n + n'')}{1 + \frac{n''}{n}} (a + P) = (n + n'') \frac{a + P}{1 + P}.$$

Hieraus und aus $Q = 2\left(\frac{n + n''}{n'} - 1\right) \frac{R'^3 \operatorname{Sin} \delta'^3}{\operatorname{Sin} C' B'^3}$ oder

$$\frac{n + n''}{n'} = \frac{Q \operatorname{Sin} C' B'^3}{2 R'^3 \operatorname{Sin} \delta'^3} + 1 \text{ aber folgt sodann}$$

$$b \frac{\operatorname{Sin}(C' B' - \sigma)}{\operatorname{Sin} C' B'} = \frac{a + P}{1 + P}\left(\frac{Q \operatorname{Sin} C' B'^3}{2 R'^3 \operatorname{Sin} \delta'^3} + 1\right) \text{ oder}$$

*) Weßhalb man aber eben diese Größen, und nicht geradezu die Quotienten $\frac{n'}{n}$, $\frac{n''}{n}$ als Unbekannte betrachtet, wird im §. 19. näher auseinandergesetzt.

$$b\,\frac{1+P}{a+P}\,\mathrm{Sin}\,(C'B'-\sigma)=\mathrm{Sin}\,C'B'+\frac{Q\,\mathrm{Sin}\,C'B'^4}{2\,R'^3\,\mathrm{Sin}\,\delta'^3}\ldots\text{III.}$$

Diese Gleichung ist es nun, aus welcher C' B' gefunden werden muß*), was man am leichtesten durch Versuche bewerkstelligt. Jedem nur einigermaßen Geübten wird die Auflösung dieser Gleichung sehr bald gelingen, der man überdieß noch eine andere, im Praktischen brauchbare Form geben kann, welches jedoch, als für den gegenwärtigen Zweck unwesentlich, hier mit Stillschweigen übergangen werden muß.

17.

Sobald der Bogen C' B' gefunden ist, ergibt sich r' durch die Gleichung $r'=\frac{R'\,\mathrm{Sin}\,\delta'}{\mathrm{Sin}\,C\,B'}$ (nach §. 13).

Um nun auch r und r'' aus C' B' zu berechnen, denke man sich von C' einen Perpendikel, auf den Kreis A D' gefällt, wodurch zwei rechtwinklige Dreiecke entstehen, deren eines C' D'', das andere C C' zur Hypothenuse hat. Der Sinus jenes Perpendikels ist im ersten dieser Dreiecke $=\mathrm{Sin}\,C'D''\,.\,\mathrm{Sin}\,D''$, im zweiten $=\mathrm{Sin}\,C\,C'\,.\,\mathrm{Sin}\,C$, daher man

$$\mathrm{Sin}\,C'D''\,.\,\mathrm{Sin}\,D''=\mathrm{Sin}\,C\,C'\,.\,\mathrm{Sin}\,C$$

hat. Genau eben so ist, wenn von C'' ein Perpendikel auf A D' gefällt wird:

$$\mathrm{Sin}\,C''D'\,.\,\mathrm{Sin}\,D'=\mathrm{Sin}\,C\,C''\,.\,\mathrm{Sin}\,C.$$

Aus diesen beiden Gleichungen folgt dann

$$\frac{\mathrm{Sin}\,C'D''}{\mathrm{Sin}\,C''D'}\cdot\frac{\mathrm{Sin}\,D''}{\mathrm{Sin}\,D'}=\frac{\mathrm{Sin}\,C\,C'}{\mathrm{Sin}\,C\,C''}\quad\text{oder}\quad\frac{\mathrm{Sin}\,(A'D''-\delta'+C'B')}{\mathrm{Sin}\,C''D'}\,.$$

$$\frac{\mathrm{Sin}\,D''}{\mathrm{Sin}\,D'}=\frac{\mathrm{Sin}\,2f''}{\mathrm{Sin}\,2f'}=\frac{\frac{n''}{r'\,r'}}{\frac{n'}{r'\,r''}}\;(\S.\,11)=\frac{n''\,r''}{n'\,r'},\text{ d. h.}$$

$$r''\,\mathrm{Sin}\,C''D'=\frac{n'\,r'}{n''}\cdot\frac{\mathrm{Sin}\,D''}{\mathrm{Sin}\,D'}\,.\,\mathrm{Sin}\,(A'D''-\delta'+C'B')\ldots\text{IV.}$$

Auf dieselbe Weise ergibt sich durch Perpendikel, von C' und C auf A'' D gefällt,

erstens $\mathrm{Sin}\,C'D\,.\,\mathrm{Sin}\,D=\mathrm{Sin}\,C\,C''\,.\,\mathrm{Sin}\,C''$,

dann $\mathrm{Sin}\,C\,D'\,.\,\mathrm{Sin}\,D'=\mathrm{Sin}\,C\,C''\,.\,\mathrm{Sin}\,C''$,

und hieraus $\frac{\mathrm{Sin}\,C'D}{\mathrm{Sin}\,C\,D'}\cdot\frac{\mathrm{Sin}\,D}{\mathrm{Sin}\,D'}=\frac{\mathrm{Sin}\,C'\,C''}{\mathrm{Sin}\,C\,C''}$, oder

$$\frac{\mathrm{Sin}\,(A'D-\delta'+C'B')}{\mathrm{Sin}\,C\,D'}\cdot\frac{\mathrm{Sin}\,D}{\mathrm{Sin}\,D'}=\frac{\mathrm{Sin}\,2f}{\mathrm{Sin}\,2f'}=\frac{n\,r}{n'\,r'},\text{ d. h.}$$

$$r\,\mathrm{Sin}\,C\,D'=\frac{n'\,r'}{n}\cdot\frac{\mathrm{Sin}\,D}{\mathrm{Sin}\,D'}\,.\,\mathrm{Sin}\,(A'D-\delta'+C'B')\ldots\text{V.}$$

Nun folgt aus der Gleichung II, §. 14, da $P=\frac{n''}{n}$

$$\frac{n'}{n''\,\mathrm{Sin}\,C'B'}=\frac{a\,\frac{n}{n''}+1}{b\,\mathrm{Sin}\,(C\,B'-\sigma)}=\frac{a+P}{b\,P\,\mathrm{Sin}\,(C'B'-\sigma)}.$$

Es ist daher

$$\frac{n'\,r'}{n}=\frac{n'\,P}{n''}\cdot\frac{R'\,\mathrm{Sin}\,\delta'}{\mathrm{Sin}\,C'\,B'}=\frac{(a+P)\,R'\,\mathrm{Sin}\,\delta'}{b\,\mathrm{Sin}\,(C'B'-\sigma)}$$

*) Da hier nämlich die Größen P und Q einstweilen als bekannt angesehen werden, so enthält die Gleichung III keine andere Unbekannte, als Sin C' B'.

eine bekannte Größe, folglich auch $\frac{n'r'}{n''} = \frac{1}{P} \cdot \frac{n'r'}{n}$, und damit die rechten Seiten der Gleichungen IV und V, bekannt (vergl. §. 12. gegen das Ende). Aus diesen beiden letztern Gleichungen in Verbindung mit

$$r'' \operatorname{Sin} C''B'' = R'' \operatorname{Sin} \partial'',$$
$$r \operatorname{Sin} C\ B = R \operatorname{Sin} \partial \text{ (§. 13.), oder}$$
$$r'' \operatorname{Sin} (C''D' + \partial'' - A''D') = R'' \operatorname{Sin} \partial'' \ldots \text{VI},$$
$$r \operatorname{Sin} (C\ D' + \partial - A\ D') = R \operatorname{Sin} \partial \ldots \text{VII},$$

lassen sich demnach die Bogen CD', C''D' und die beiden Radien vectoren r, r'' berechnen, demzufolge man, da r' schon im Anfange dieses §. gefunden worden, die drei Radien vectoren der Größe nach kennt.

18.

In dem sphärischen Dreiecke CD'C'' sind jetzt die beiden Seiten CD', C''D' und der eingeschlossene Winkel D' bekannt, man kann mithin auch die dritte Seite, nämlich CC'' = 2 f' finden. Ferner ergibt sich aus den Relationen r' r'' Sin 2 f = n, r r'' Sin 2 f' = n' durch Division

$$\frac{r' \operatorname{Sin} 2f}{r \operatorname{Sin} 2f'} = \frac{n}{n'} \text{ oder } \operatorname{Sin} 2f = r \operatorname{Sin} 2f' \cdot \frac{n}{n'r'}$$

(wo man $\frac{n}{n'r'}$ aus dem vorigen §. kennt), und endlich ist f'' = f' − f, wonach alle drei Bogen f, f', f'', und folglich die in Rede stehenden Radien vectoren auch der Lage nach gefunden sind.

19.

Nachdem auf diese Art die Größe und Lage von r, r', r'' aus P und Q hergeleitet worden, bleibt nur noch übrig, die letztern Größen selbst, oder wenigstens genäherte Werthe derselben zu finden. Nun ist nach §. 15

$$P = \frac{n''}{n}$$

$$Q = 2\left(\frac{n + n''}{n'} - 1\right)\frac{R'^3 \operatorname{Sin} \delta'^3}{\operatorname{Sin} C'\ B'^3} = 2\left(\frac{n + n''}{n'} - 1\right) r'^3$$

und nach §. 11

$$\frac{o''}{o}\frac{\eta}{\eta''}\frac{n}{n''} = 1 \text{ oder } \frac{n''}{n} = \frac{o''}{o} \cdot \frac{\eta}{\eta''},$$

$$n - n' + n'' = \frac{n'\ o\ o''}{2\ \eta\ \eta''\ r\ r'\ r''\ \operatorname{Cos} f\ .\ \operatorname{Cos} f'\ .\ \operatorname{Cos} f''} \text{ oder}$$

$$2\left(\frac{n + n''}{n'} - 1\right) r'^3 = \frac{r'^2\ o\ o''}{r\ r''\ \eta\ \eta''\ \operatorname{Cos} f\ .\ \operatorname{Cos} f'\ .\ \operatorname{Cos} f''},$$

so daß die genauen Werthe von P und Q resp. $\frac{o''}{o} \cdot \frac{\eta}{\eta''}$ und $\frac{r''^2\ o\ o''}{r\ r''\ \eta\ \eta''\ \operatorname{Cos} f\ .\ \operatorname{Cos} f'\ .\ \operatorname{Cos} f''}$ sind. Weil jedoch, angenommenermaßen, die heliocentrische Bewegung des Planeten zwischen den drei Beobachtungen nicht allzu groß ist, so werden erstens η, η'' (deren Bedeutung aus §. 11 erhellt) von der Einheit nur wenig verschieden, ferner r'^2 nahe = r r'', endlich die Bogen f, f', f'' nur klein, daher deren Cosinus nahe = 1 seyn, und man wird folglich näherungsweise $P = \frac{o''}{o}$, Q = o o'' setzen können *).

*) Da (vergl. §. 11) o, o', o'' resp. die Zwischenzeiten zwischen der zweiten und dritten, der ersten und dritten, der ersten und zweiten Beobachtung, multiplicirt mit der Constante k, vorstellen, so sind diese Größen natürlich immer bekannt.

Eine tiefere Untersuchung zeigt in der That, daß diesen genäherten Werthen nur sehr kleine Werthe von X, Y entsprechen müssen (§. 9.), besonders wenn die Zeit-Intervalle zwischen der mittlern und den beiden äußersten Beobachtungen nahe gleich sind*), und es wurden eben deßhalb im §. 15. die oben genannten Functionen für P und Q gewählt, indem sich die genäherten Werthe derselben aus der Natur des Problems gleichsam von selbst ergeben.

Hätte man hingegen, wie es beim ersten Anblicke allerdings einfacher scheint, die Quotienten $\frac{n'}{n}$, $\frac{n''}{n}$ unmittelbar für die Unbekannten, und als Näherungswerthe derselben $\frac{o'}{o}$, $\frac{o''}{o}$ angenommen, so zeigt die Analysis, daß die daraus abgeleiteten Größen zu fehlerhaft ausfallen würden, um selbst als erste Näherung betrachtet werden zu können.

20.

Um nun sämmtliche, zur Berechnung der Planetenbahn, soweit solche bis jetzt vorgetragen worden, nothwendige Operationen leicht übersehen zu können, seyen Letztere in derselben Reihefolge, wie sie bei numerischer Entwickelung wirklich ausgeführt werden, nochmals kurz zusammengestellt:

1) Man berechne die den Beobachtungen entsprechenden heliocentrischen Orte der Erde, und verwandle die beobachteten geraden Aufsteigungen und Abweichungen des Planeten in Längen und Breiten (§. 7).

2) Man bestimme die Neigungen (γ, γ', γ'') der größten Kreise, welche die heliocentrischen Orte der Erde mit den geocentrischen des Planeten verbinden, gegen die Ekliptik, und die Abstände (δ, δ', δ'') der Erde und des Planeten in diesen Kreisen (§. 12).

3) Man bestimme die Winkel (D, D', D'') dieser größten Kreise mit einander selbst, und die Abstände (A' D, A'' D, A D', A'' D', A D'', A' D'') ihrer gegenseitigen Durchschnittspuncte von den Erdorten (§. 12).

4) Man bestimme den Abstand (σ) desjenigen Punctes (B*), in welchem ein, die beiden äußersten Orte des Planeten verbindender größter Kreis den durch den mittlern Erd- und Planetenort gehenden Kreis schneidet, vom mittlern Planetenorte (§. 12).

5) Man berechne die beiden Hülfsgrößen a und b in §. 14.

6) Man berechne o, o'' und dann $x = P = \frac{o''}{o}$, $y = Q = o\,o''$ (§. 19).

7) Man löse durch Versuche die Gleichung III, §. 16, auf, wodurch sich der Abstand (C' B') des mittlern heliocentrischen vom mittlern geocentrischen Orte des Planeten ergibt.

8) Man berechne den mittlern Radius vector (r'), die Größen $\frac{n'r}{n}$, $\frac{n'r}{n''}$, die Bogen C D', C'' D', die beiden äußern Radien vectoren (r, r'') und die Winkel f', f, f'' (§§. 17, 18).

9) Man berechne aus r, r', 2 f'', oder aus r', r'', 2 f und den entsprechenden Zwischenzeiten den halben Parameter p nach §. 6, und hierauf die Größen n, n', n'', η, η'' (§. 11). Es sey dann

$$\frac{o''\,\eta}{o\,\eta''} = P', \quad \frac{r'^2\,o\,o''}{r\,r''\,\eta\,\eta''\,\mathrm{Cos}\,f\,.\,\mathrm{Cos}\,f'\,.\,\mathrm{Cos}\,f''} = Q',$$

so wird offenbar, wenn die Werthe der Größen P und Q streng richtig waren, $P' = P$, $Q = Q$. Ist Letzteres jedoch nicht der Fall, so setze man log P' —

*) Es ist daher rathsam, bei der Auswahl der anzuwendenden drei Beobachtungen auf möglichst gleiche Zwischenzeiten bedacht zu seyn.

$\log P = \log \frac{P'}{P} = X$. $Q' - Q = Y$ (§. 11), und die Rechnung muß alsdann mit andern Werthen von x, y wiederholt werden (§. 10).

10) Für diese zweiten Werthe von x, y nehme man P′ und Q′ an, behalte die Resultate der Operationen 1) bis 5) unverändert bei, setze in den folgenden (von 7 bis 9) die Werthe von P′, Q′ für P, Q, berechne wiederum p aus r, r′, 2 f″ oder r′, r″, 2 f und den Zwischenzeiten, dann η, η″, und hieraus endlich die neuen Werthe von P′, Q′, welche meistentheils von denjenigen, die die erste Rechnung ergab, nur wenig abweichen, und demgemäß die zweiten X, Y schon weit kleiner, als die ersten ausfallen werden.

11) Als dritte Werthe von x, y nehme man die zweiten von P′, Q′, und wiederhole mit denselben die Operationen 7) bis 9) von neuem. Die hieraus resultirenden X, Y werden entweder völlig $= 0$, oder doch nur höchst unbedeutend seyn, und wenn man nun (in letzterem Falle), um noch genauere x, y zu erhalten, die Methode des § 9. anwendet, und mit den dergestalt gefundenen Werthen die gedachten Operationen abermals wiederholt, so wird in den allermeisten Fällen jetzt X und $Y = 0$ werden, und es sehr selten nöthig seyn, die Rechnung zum fünftenmale durchzumachen.

12) Am Schlusse der letzten Rechnung werden sodann außer dem schon bekannten p auch die übrigen Elemente berechnet; entweder aus r, r′, f″, oder aus r′, r″, t, oder besser aus r, r″, f′ und der Zwischenzeit nach der im §. 6. auseinandergesetzten Methode. Auf diese Weise erhält man daher die Dimensionen der Ellipse, nämlich die Excentricität, den halben Parameter (oder auch die halbe große Axe) und die Lage des Perihelium.

21.

Allein diese Lage ist bis jetzt nur in Bezug auf die drei heliocentrischen Orte C, C′, C″ bekannt. Denn da man keineswegeo die Länge der drei Radien vectoren selbst, sondern nur den Langen-Unterschied derselben, oder die Winkel 2 f, 2 f′, 2 f″ kennt, so folgt leicht aus §. 3, daß hieraus auch nur die Winkel dieser Radien vectoren mit der Apsidenlinie, oder die wahren Anomalien *), d. h. die Bogenabstände der Puncte C, C′, C″ vom Perihelium gefunden werden können. Es bleibt daher noch übrig, den Winkelabstand des Perihelions von der Linie der Nachtgleichen, oder dessen Länge, ferner die Länge des aufsteigenden Knotens, die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik, und endlich die Epoche zu bestimmen.

Zu diesem Behufe berechne man zuerst in dem schon §. 18. benutzten Dreiecke C D′ C″ den Winkel C. Wird dann die Länge des aufsteigenden Knotens $= \Omega$, die Neigung der Bahn $= i$ gesetzt, so sind die Seiten des Dreiecks Ω A C der Reihe nach: A C $=$ A D′ $-$ C D′, Ω C, Ω A $= l - \Omega$; und die gegenüber liegenden Winkel resp. i, A $= 180° - i$, C, so daß aus den beiden bekannten Winkeln A, C, und aus der (gleichfalls bekannten) eingeschlossenen Seite A C die beiden andern Seiten Ω C (das der ersten Beobachtung entsprechende Argument der Breite), $l - \Omega$ und der dritte Winkel i, d. h. die Länge des aufsteigenden Knotens und die Neigung der Bahn gefunden werden kann. Die wahre Anomalie des Punctes C vom Argument der Breite abgezogen, gibt sodann den Bogenabstand des Perihelions vom Knoten, und die Addition dieses Abstandes zur Länge des Knotens die Länge des Perihelions.

Endlich bestimme man aus den wahren Anomalieen der drei heliocentrischen Orte C, C′, C″, nach der in den Artikeln „Anomalie“ und „Gleichung

*) Diese Anomalien sind in der Anmerkung zum §. 3. resp. mit N $-$ Π, N′ $-$ Π, N″ $-$ Π bezeichnet.

Eine tiefere Untersuchung zeigt in der That, daß diesen genäherten Werthen nur sehr kleine Werthe von X, Y entsprechen müssen (§. 9), besonders wenn die Zeit-Intervalle zwischen der mittlern und den beiden äußersten Beobachtungen nahe gleich sind*), und es wurden eben deßhalb im §. 15. die oben genannten Functionen für P und Q gewählt, indem sich die genäherten Werthe derselben aus der Natur des Problems gleichsam von selbst ergeben.

Hätte man hingegen, wie es beim ersten Anblicke allerdings einfacher scheint, die Quotienten $\frac{n'}{n}$, $\frac{n''}{n}$ unmittelbar für die Unbekannten, und als Näherungswerthe derselben $\frac{o'}{o}$, $\frac{o''}{o}$ angenommen, so zeigt die Analysis, daß die daraus abgeleiteten Größen zu fehlerhaft ausfallen würden, um selbst als erste Näherung betrachtet werden zu können.

20.

Um nun sämmtliche, zur Berechnung der Planetenbahn, soweit solche bis jetzt vorgetragen worden, nothwendige Operationen leicht übersehen zu können, seyen Letztere in derselben Reihefolge, wie sie bei numerischer Entwickelung wirklich ausgeführt werden, nochmals kurz zusammengestellt:

1) Man berechne die den Beobachtungen entsprechenden heliocentrischen Orte der Erde, und verwandle die beobachteten geraden Aufsteigungen und Abweichungen des Planeten in Längen und Breiten (§. 7).

2) Man bestimme die Neigungen (γ. γ'. γ'') der größten Kreise, welche die heliocentrischen Orte der Erde mit den geocentrischen des Planeten verbinden, gegen die Ekliptik, und die Abstände (δ, δ', δ'') der Erde und des Planeten in diesen Kreisen (§. 12).

3) Man bestimme die Winkel (D. D', D'') dieser größten Kreise mit einander selbst, und die Abstände (A' D, A'' D, A D'. A'' D'. A D'', A' D'') ihrer gegenseitigen Durchschnittspuncte von den Erdorten (§. 12).

4) Man bestimme den Abstand (σ) desjenigen Punctes (B*), in welchem ein, die beiden äußersten Orte des Planeten verbindender größter Kreis den durch den mittlern Erd- und Planetenort gehenden Kreis schneidet, vom mittlern Planetenorte (§. 12).

5) Man berechne die beiden Hülfsgrößen a und b in §. 14.

6) Man berechne o, o'' und dann $x = P = \frac{o''}{o}$, $y = Q = o\,o''$ (§. 19).

7) Man löse durch Versuche die Gleichung III. §. 16, auf, wodurch sich der Abstand (C' B') des mittlern heliocentrischen vom mittlern geocentrischen Orte des Planeten ergibt.

8) Man berechne den mittlern Radius vector (r'), die Größen $\frac{n'\,r}{n}$, $\frac{n'\,r}{n''}$, die Bogen C D', C'' D', die beiden äußern Radien vectoren (r, r'') und die Winkel f', f, f'' (§§. 17, 18).

9) Man berechne aus r. r'. 2 f'', oder aus r'. r'', 2 f und den entsprechenden Zwischenzeiten den halben Parameter p nach §. 6, und hierauf die Größen n, n', n'', η. η'' (§. 11). Es sey dann

$$\frac{o''}{o}\,\frac{\eta}{\eta''} = P', \quad \frac{r'^2\,o\,o''}{r\,r''\,\eta\,\eta''\,\mathrm{Cos}\,f\,.\,\mathrm{Cos}\,f'\,.\,\mathrm{Cos}\,f''} = Q',$$

so wird offenbar, wenn die Werthe der Größen P und Q streng richtig waren, $P' = P$, $Q = Q$. Ist Letzteres jedoch nicht der Fall, so setze man log P' —

*) Es ist daher rathsam, bei der Auswahl der anzuwendenden drei Beobachtungen auf möglichst gleiche Zwischenzeiten bedacht zu seyn.

$\log P = \log \frac{P'}{P} = X$, $Q' - Q = Y$ (§. 11), und die Rechnung muß alsdann mit andern Werthen von x, y wiederholt werden (§. 10).

10) Für diese zweiten Werthe von x, y nehme man P′ und Q′ an, behalte die Resultate der Operationen 1) bis 5) unverändert bei, setze in den folgenden (von 7 bis 9) die Werthe von P′, Q′ für P, Q, berechne wiederum p aus r, r′, 2 f″ oder r′, r″, 2 f und den Zwischenzeiten, dann η, η'', und hieraus endlich die neuen Werthe von P′, Q′, welche meistentheils von denjenigen, die die erste Rechnung ergab, nur wenig abweichen, und demgemäß die zweiten X, Y schon weit kleiner, als die ersten ausfallen werden.

11) Als dritte Werthe von x, y nehme man die zweiten von P′, Q′, und wiederhole mit denselben die Operationen 7) bis 9) von neuem. Die hieraus resultirenden X, Y werden entweder völlig $= 0$, oder doch nur höchst unbedeutend seyn, und wenn man nun (in letzterem Falle), um noch genauere x, y zu erhalten, die Methode des §. 9. anwendet, und mit den dergestalt gefundenen Werthen die gedachten Operationen abermals wiederholt, so wird in den allermeisten Fällen jetzt X und Y $= 0$ werden, und es sehr selten nöthig seyn, die Rechnung zum fünftenmale durchzumachen.

12) Am Schlusse der letzten Rechnung werden sodann außer dem schon bekannten p auch die übrigen Elemente berechnet; entweder aus r, r′, f″, oder aus r,, r″, f, oder besser aus r, r″, f′ und der Zwischenzeit nach der im §. 6. auseinandergesetzten Methode. Auf diese Weise erhält man daher die Dimensionen der Ellipse, nämlich die Excentricität, den halben Parameter (oder auch die halbe große Axe) und die Lage des Perihelions.

21.

Allein diese Lage ist bis jetzt nur in Bezug auf die drei heliocentrischen Orte C, C′, C″ bekannt. Denn da man keinesweges die Länge der drei Radien vectoren selbst, sondern nur den Längen-Unterschied derselben, oder die Winkel 2 f, 2 f′, 2 f″ kennt, so folgt leicht aus §. 3, daß hieraus auch nur die Winkel dieser Radien vectoren mit der Apsidenlinie, oder die wahren Anomalien *), d. h. die Bogenabstände der Puncte C, C′, C″ vom Perihelium gefunden werden können. Es bleibt daher noch übrig, den Winkelabstand des Perihelions von der Linie der Nachtgleichen, oder dessen Länge, ferner die Länge des aufsteigenden Knotens, die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik, und endlich die Epoche zu bestimmen.

Zu diesem Behufe berechne man zuerst in dem schon §. 18. benutzten Dreiecke C D′ C″ den Winkel C. Wird dann die Länge des aufsteigenden Knotens $= \Omega$, die Neigung der Bahn $= i$ gesetzt, so sind die Seiten des Dreiecks Ω A C der Reihe nach: A C $=$ A D′ $-$ C D′, Ω C, Ω A $= l - \Omega$; und die gegenüber liegenden Winkel resp. i, A $= 180° - \gamma$, C, so daß aus den beiden bekannten Winkeln A, C, und aus der (gleichfalls bekannten) eingeschlossenen Seite A C die beiden andern Seiten Ω C (das der ersten Beobachtung entsprechende Argument der Breite), $l - \Omega$ und der dritte Winkel i, d. h. die Länge des aufsteigenden Knotens und die Neigung der Bahn gefunden werden kann. Die wahre Anomalie des Punctes C vom Argument der Breite abgezogen, gibt sodann den Bogenabstand des Perihelions vom Knoten, und die Addition dieses Abstandes zur Länge des Knotens die Länge des Perihelions.

Endlich bestimme man aus den wahren Anomalieen der drei heliocentrischen Orte C, C′, C″, nach der in den Artikeln „Anomalie“ und „Gleichung

*) Diese Anomalien sind in der Anmerkung zum §. 3. resp. mit N $-$ II, N′ $-$ II, N″ $-$ II bezeichnet.

der Bahn" auseinandergesetzten Methode, die entsprechenden mittlern Anomalieen. Seyen diese Letztern der Reihe nach M, M', M'', so ergibt sich, wenn die Differenz von irgend zweien derselben (z. B. M' — M) durch die zugehörige Zwischenzeit, in Tagen ausgedrückt, dividirt wird, die mittlere tägliche Bewegung des Planeten, so wie, wenn man zu einer mittlern Anomalie selbst die Länge des Periheliums addirt, die entsprechende mittlere Länge in der Bahn; welche Letztere dann mittelst der täglichen Bewegung auf jeden beliebigen Zeitpunct, als Epoche, übertragen werden kann.

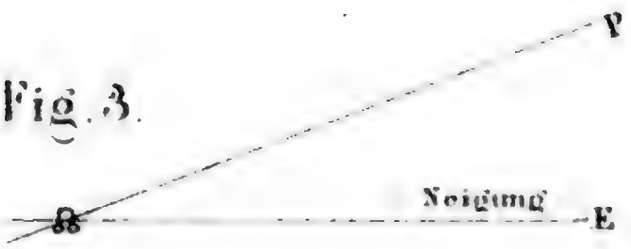
Da in diesen Blättern keineswegs die vollständige Berechnung der Planeten-Bahnen gelehrt, sondern nur eine Uebersicht der zur Auflösung dieses großen Problems erfundenen Methode gegeben werden sollte, so mußten die möglichen Ausnahmsfälle, welche einige Modificationen der Formeln nöthig machen, mehrere, im Praktischen vortheilhafte Abkürzungen, und viele andere Bemerkungen und Entwicklungen hier, als unwesentlich, mit Stillschweigen übergangen werden. Mögen sich daher diejenigen Leser, welche eine gründlichere Belehrung wünschen, an die Quelle wenden, die unsterbliche

„Theoria Motus Corporum Coelestium!"

Ende.

Taf. I. 2ter Band

Fig. 3.



Z

Digitized by Google

Taf. II. 2ter Band

S

A

Digitized by Google

Fig. 6.

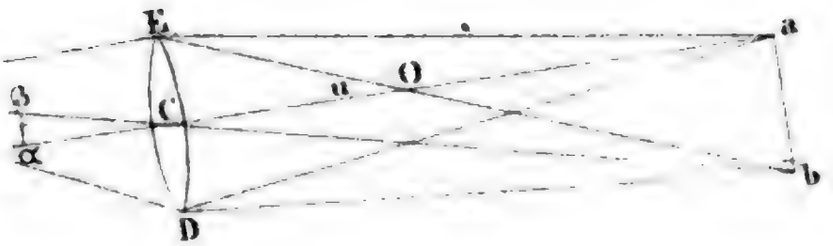
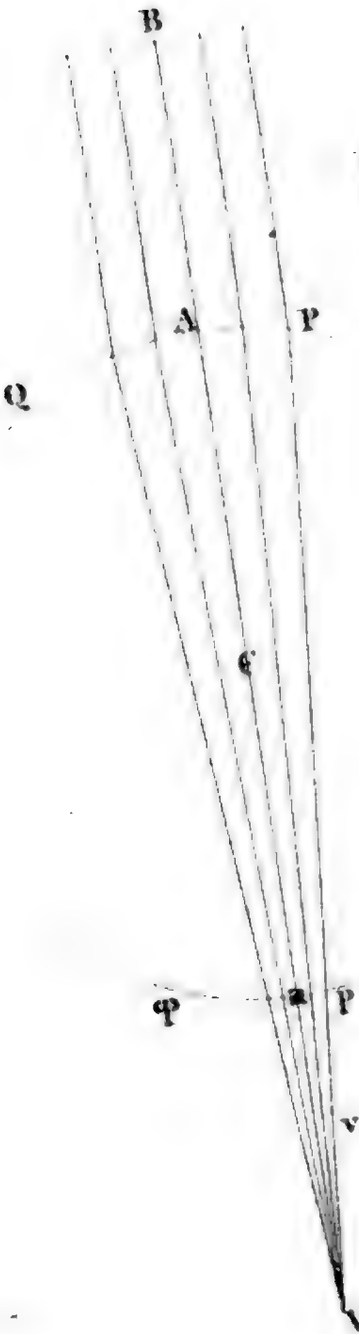
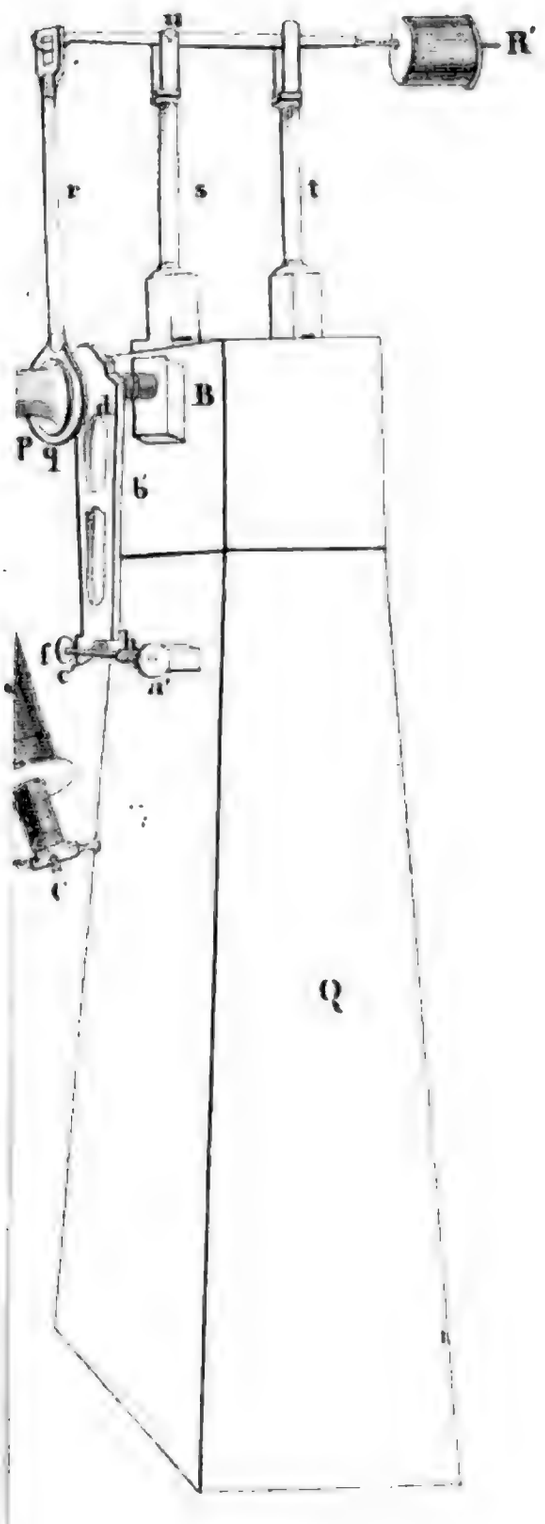


Fig. 4.



Taf. IV. 2ter Band.

Fig. 1.



Digitized by Google

Fig

Digitized by Google

Taf. VI. 2 ter Band.

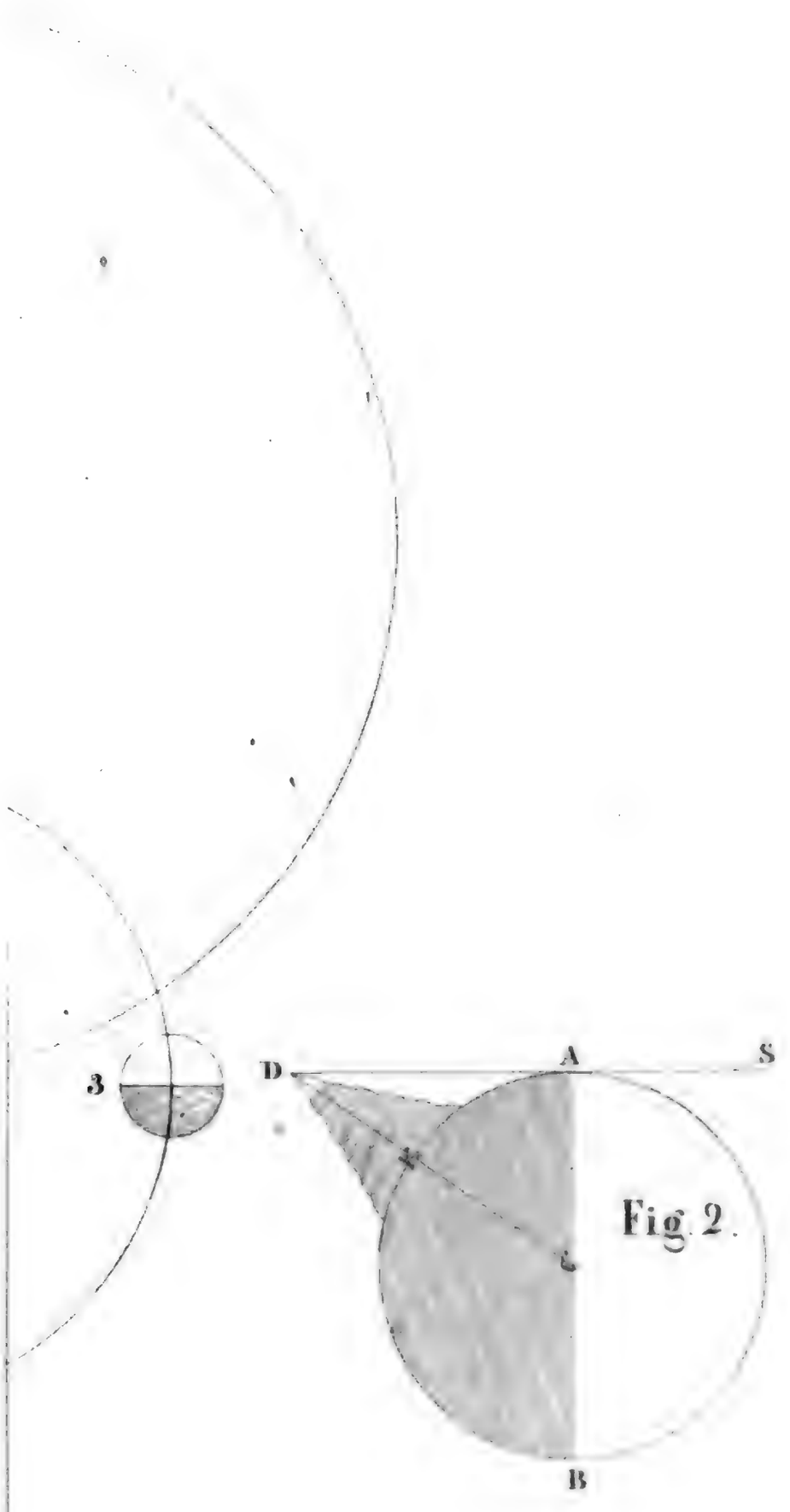


Fig. 2.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Taf. IX.

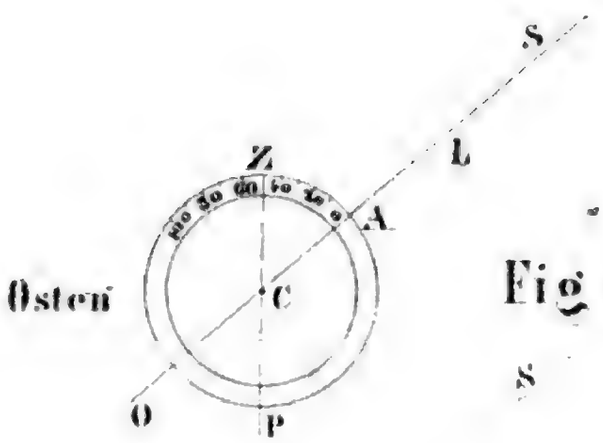


Fig 2

S

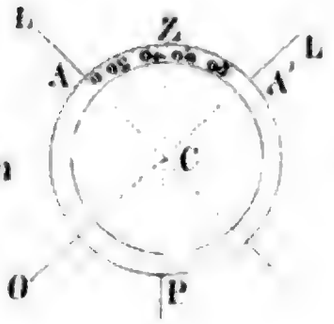


Fig. 3.

S

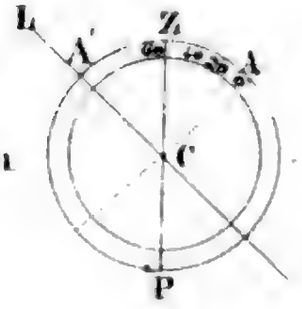


Fig. 4

S

.9.

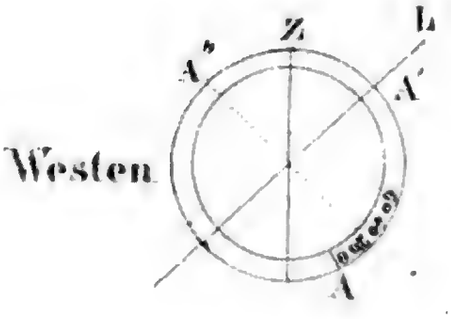


Fig. 5.

Digitized by Google

Taf. X.

Fig. 3.

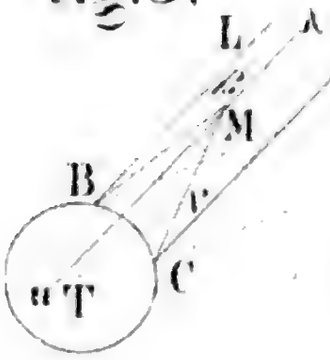


Fig. 4.

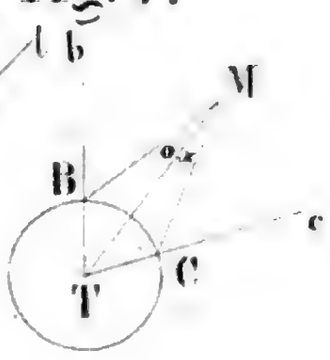


Fig. 5.

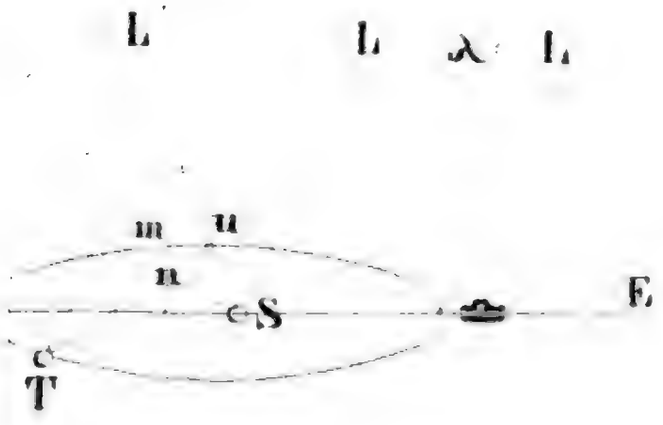


Fig. 7.

Fig. 2.

Taf. XI.

Fig. 3.

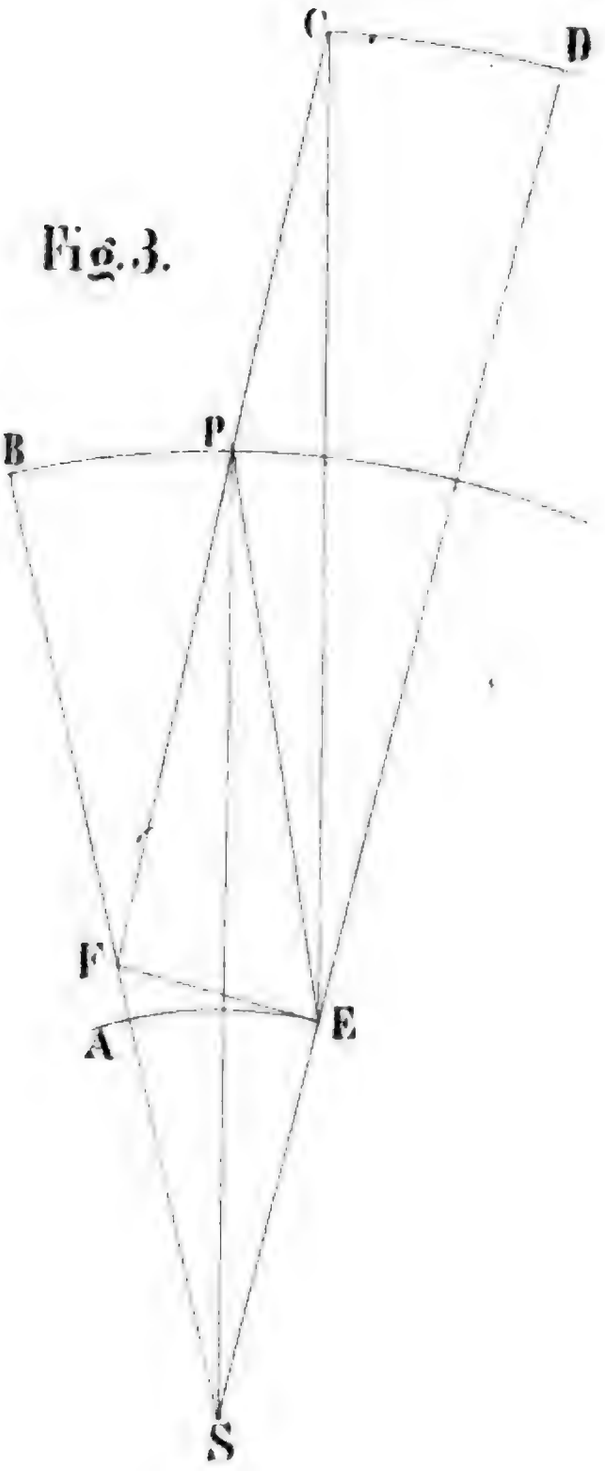


Fig. 4.

Taf. XII.

Fig. 5.

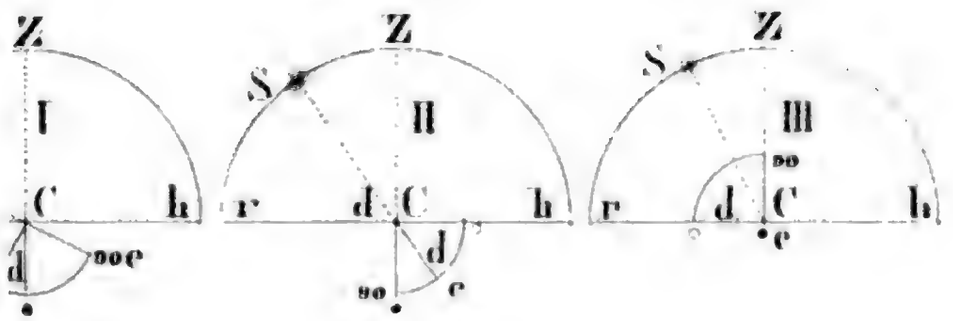
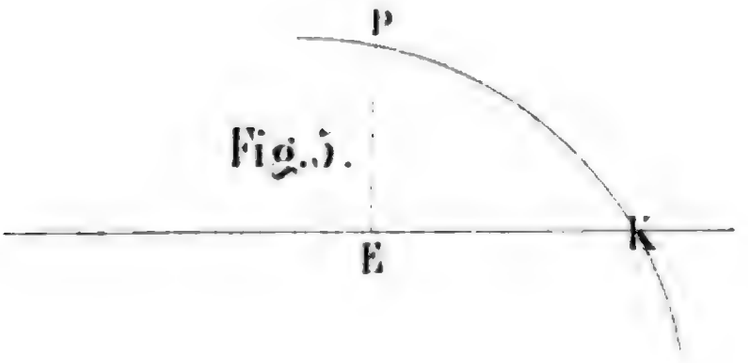


Fig. 5.



Taf. XIII.

Taf. XIV.

Digitized by Google

Taf XV.

Fig. 2

Digitized by Google

Taf. XVI.

Fig. 3.

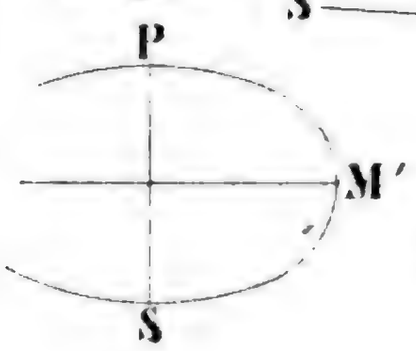


Fig. 4.

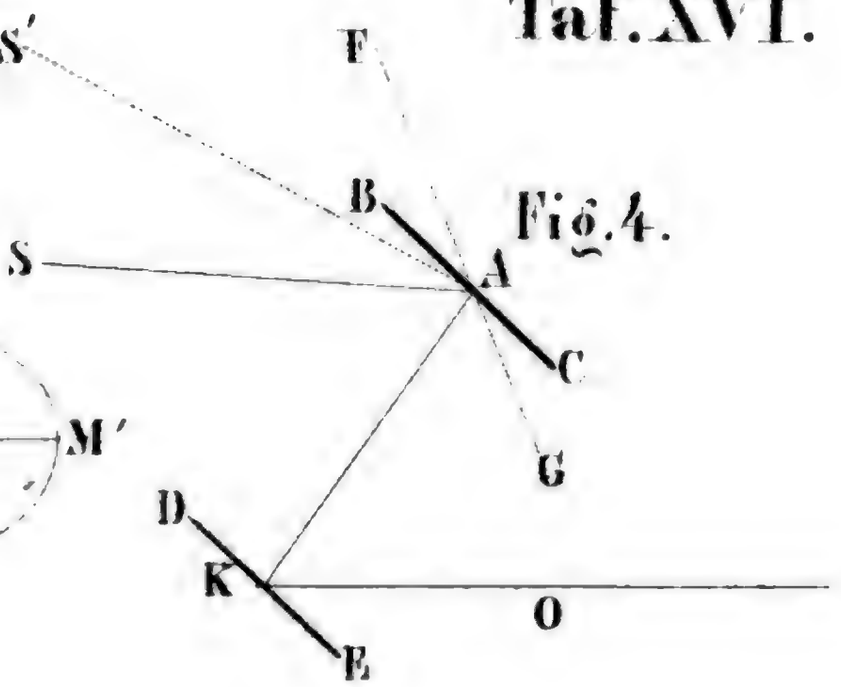
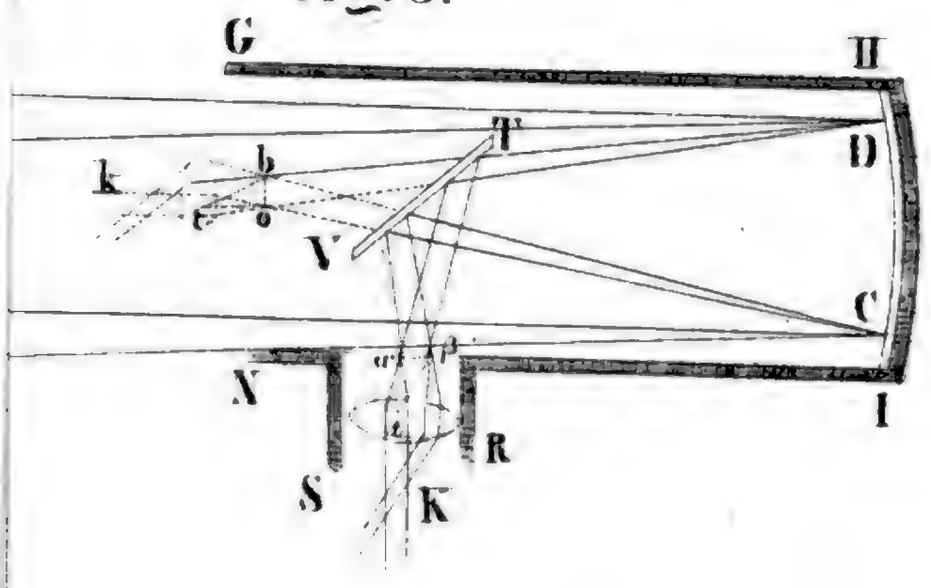


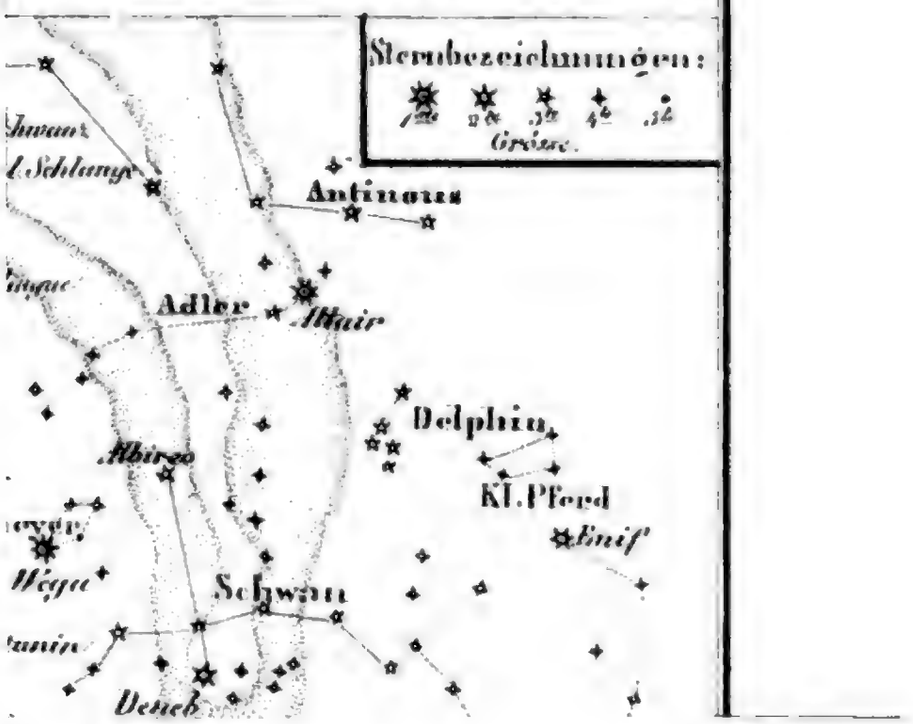
Fig. 6.



Digitized by Google

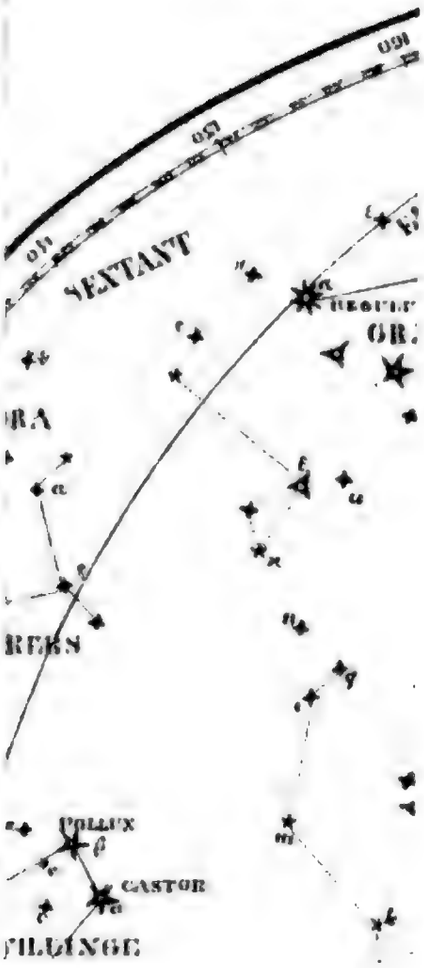
Taf. XVII.

er am nördl. u. südl. Himmel.



Digitized by Google

Tab. XVIII.



Digitized by Google

Tab XIX.

Digitized by Google

Fig. 9.

Digitized by Google

Taf. XXI.

Fig. 2.

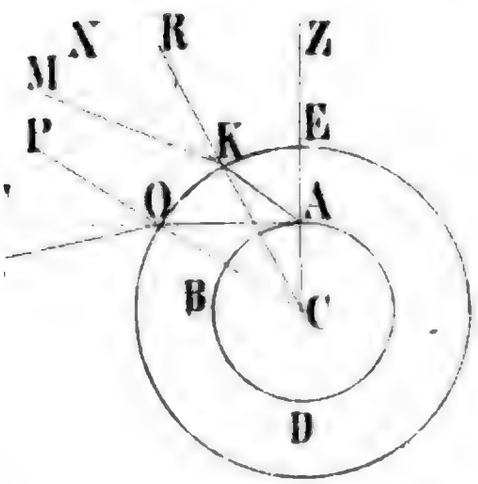
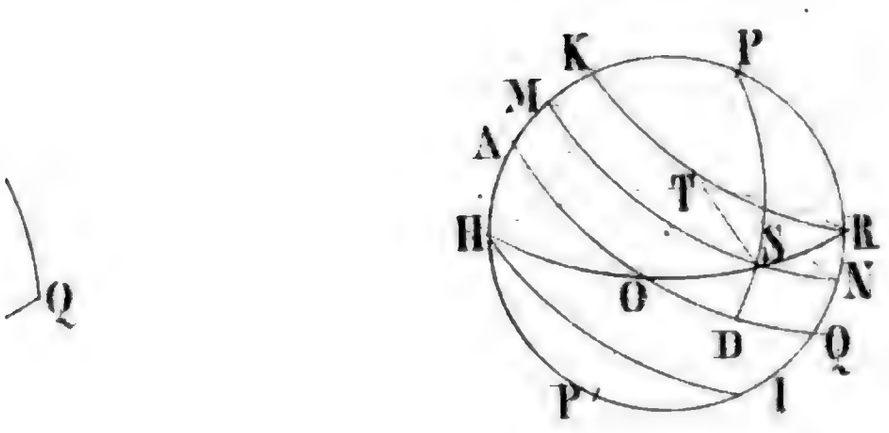


Fig. 3.



Digitized by Google

M'

Digitized by Google

Fig.

Digitized by Google

Taf XXIV.

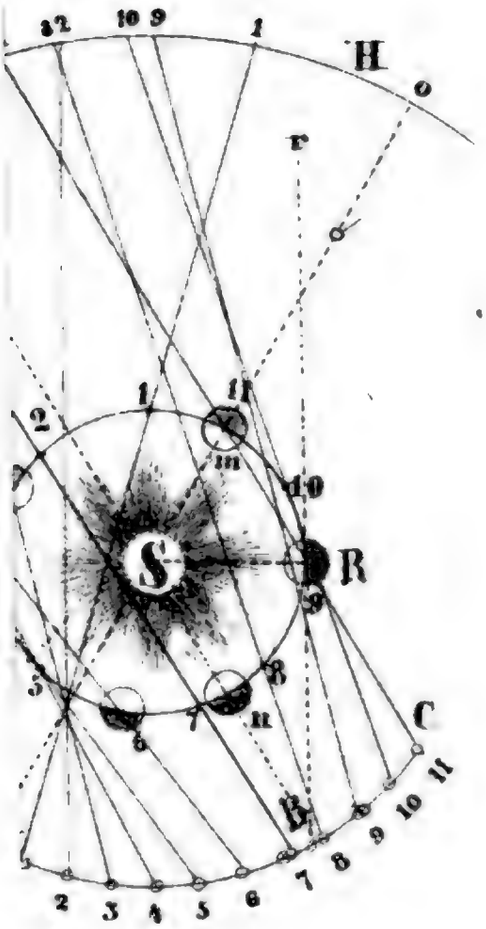
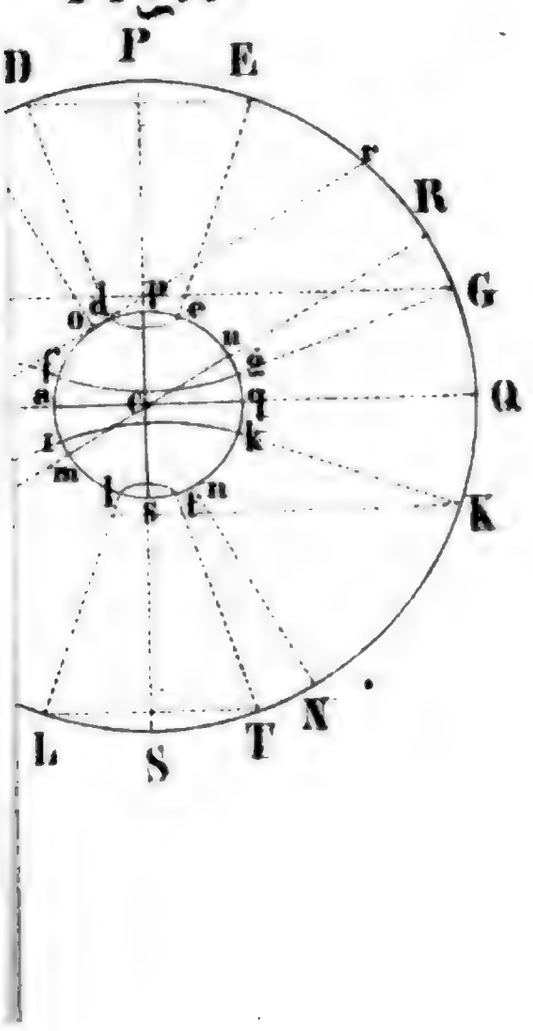
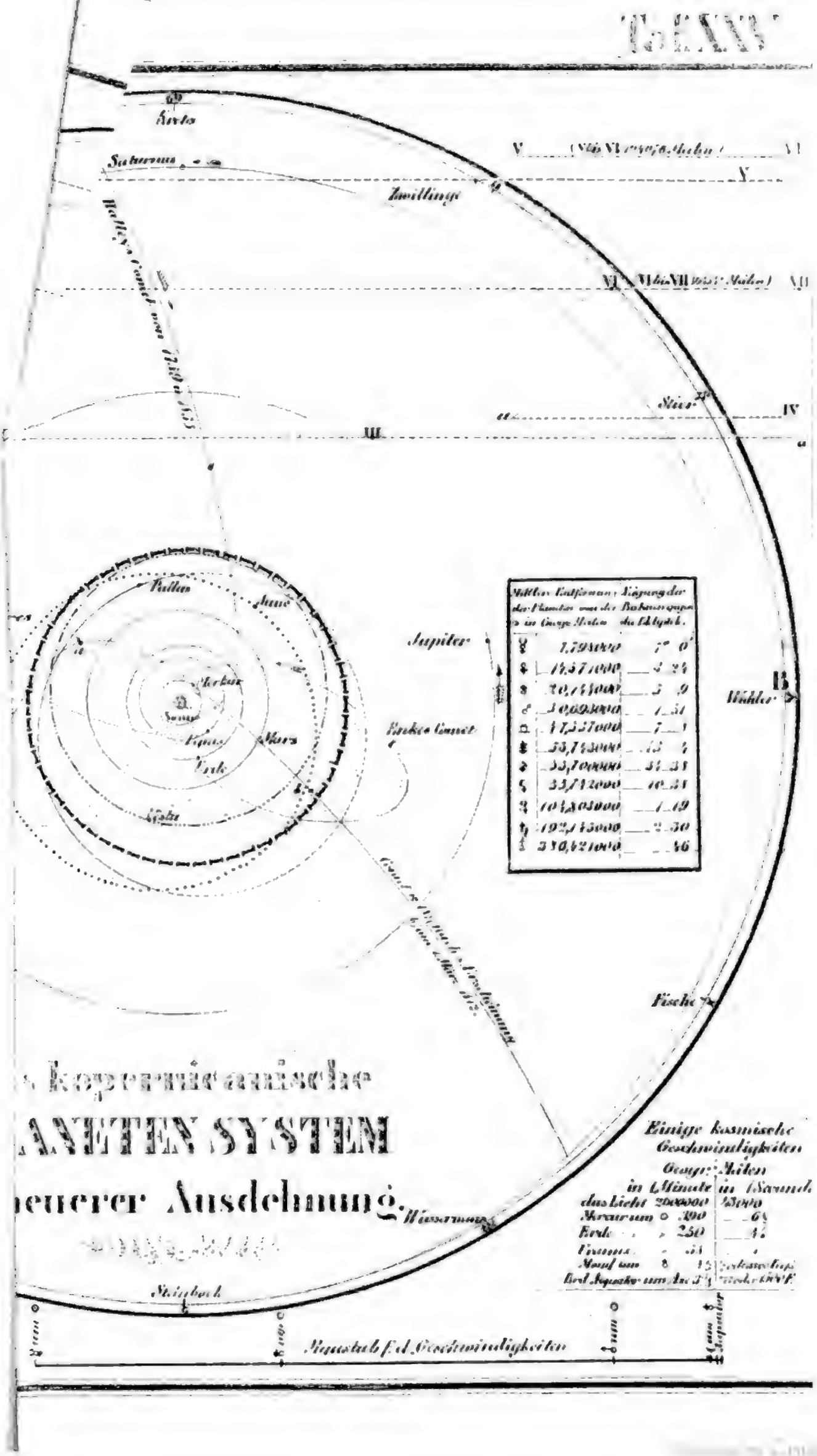


Fig. 4.



Digitized by Google



Mittlere Entfernung der Planeten von der Sonne in Geogr. Meilen		Neigung der Bahnen gegen die Ekliptik.
☿	7,793000	7° 0'
♀	14,571000	3 24
♂	20,144000	5 9
♂	30,693000	1 51
♃	47,557000	7 1
♄	55,743000	15 4
♅	55,700000	34 38
♆	55,742000	10 38
♃	104,803000	1 19
♄	192,143000	2 30
♅	380,421000	46

...s kopernicanische
...ANETEN SYSTEM
...neuerer Ausdehnung.

Digitized by Google

Digitized by Google

Taf: XXVIII

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Zettle

Digitized by Google